COMMONWEALTH MYCOLOGICAL INSTITUTE

NOUVELLE SÉRIE. — TOME XI. — FASC. 3-4. 1945.

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DU RAVITAILLEMENT

DIRECTION DE LA RECHERCHE ET DE L'EXPÉRIMENTATION

# ANNALES
# DES ÉPIPHYTIES

ORGANE DES STATIONS ET LABORATOIRES DE RECHERCHES

DIRECTION SCIENTIFIQUE :

E. SCHRIBAUX, membre de l'Institut, directeur honoraire de la Station centrale de Phytogénétique;

CH. CRÉPIN, Chef du Service de la Recherche et de l'Expérimentation au Ministère de l'Agriculture;

C. VEZIN, inspecteur général de l'Agriculture, chargé du Service de la Protection des végétaux.

G. ARNAUD, directeur de la Station centrale de Pathologie végétale;

B. TROUVELOT, directeur de la Station centrale de Zoologie agricole;

M. RAUCOURT, directeur du Laboratoire de Phytopharmacie.

SECRÉTAIRES DE LA RÉDACTION :

J. D'AGUILAR,
Station centrale
de Zoologie agricole.

H. DARPOUX,
Station centrale
de Pathologie végétale.

Centre National de Recherches agronomiques,
route de Saint-Cyr, Versailles (S.-et-O.).

PARIS
IMPRIMERIE NATIONALE

1945

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DU RAVITAILLEMENT

DIRECTION DE LA RECHERCHE ET DE L'EXPÉRIMENTATION

# ANNALES

# DES ÉPIPHYTIES

ORGANE DES STATIONS ET LABORATOIRES DE RECHERCHES

DIRECTION SCIENTIFIQUE :

R. JEANNEAUX, membre de l'Institut, directeur honoraire de la Station centrale de Physiologie végétale;
Ch. CHEPIN, Chef du Service de la Recherche et de l'Expérimentation au Ministère de l'Agriculture;
C. VERIN, inspecteur général de l'Agriculture, chargé de fonctions de la Direction des services agricoles;
G. ARNAUD, directeur de la Station centrale de Pathologie végétale;
R. TROUVELOT, directeur de la Station centrale de Zoologie agricole;
M. RAUCOURT, directeur du Laboratoire de Phytopharmacie.

SECRÉTAIRES DE LA RÉDACTION :

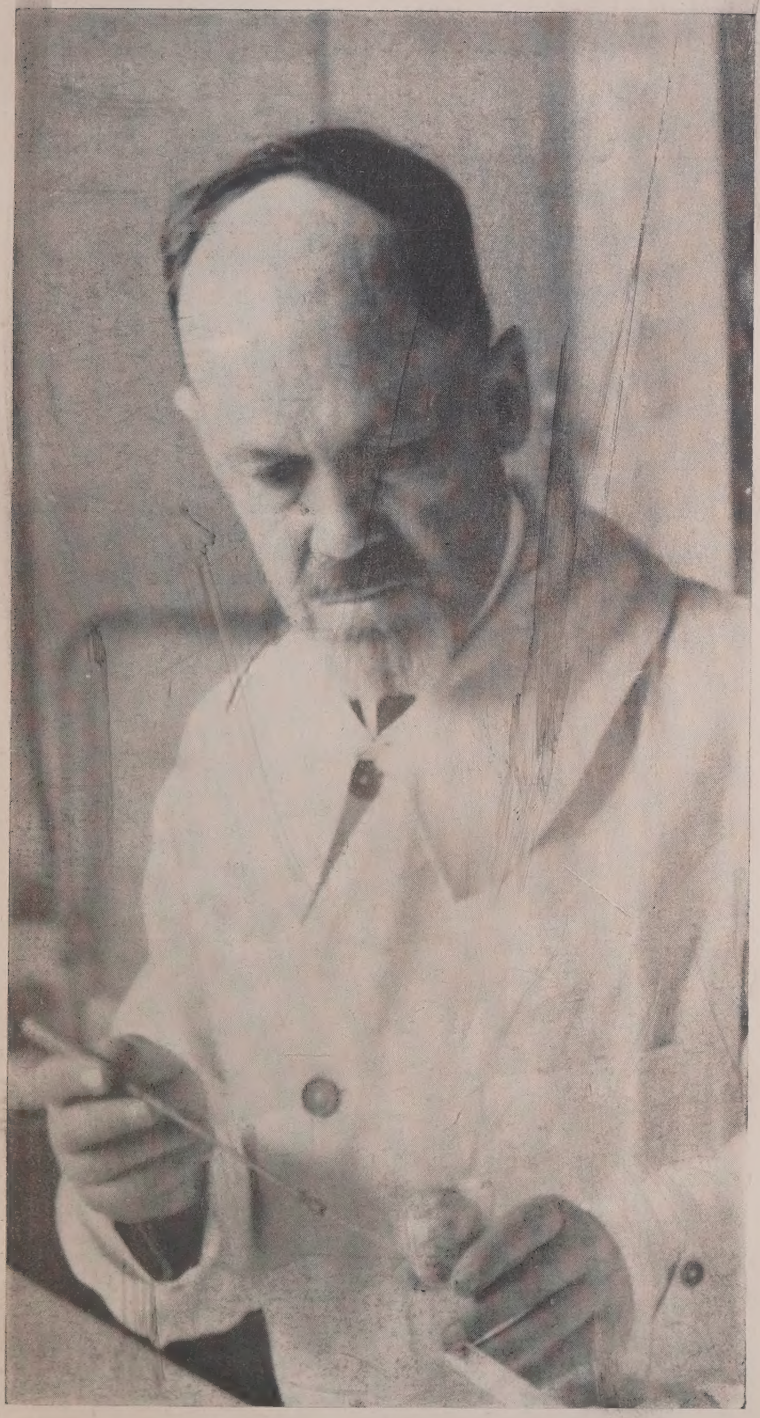
L. DAGNELAN,
Station centrale
de Zoologie agricole.

H. DARPOUX,
Station centrale
de Pathologie végétale.

Centre National de Recherches agronomiques,
Route de Saint-Cyr, Versailles (S.-et-O.).

PARIS
IMPRIMERIE NATIONALE

1945



Étienne FOËX.
(1876–1944.)

# NOTICE SUR M. ÉTIENNE FOËX.

## (18 JUIN 1876 - 29 OCTOBRE 1944.)

PAR

G. Arnaud, Directeur. et P. Limasset, Directeur adjoint.
Station centrale de Pathologie végétale.

E. Foëx, directeur honoraire de la Station centrale de Pathologie Végétale, vient de s'éteindre. Après Ducomet, qui l'a précédé de quelques mois, c'est un autre pionnier de la lutte contre les ennemis des cultures qui diparaît. Ce n'est pas seulement un savant de valeur que l'Agriculture vient de perdre, mais un homme de haute conscience professionnelle et dont le courage, aussi bien pendant la guerre de 1914-1918 où, fait prisonnier il tenta par deux fois de s'évader, que devant les assauts de la maladie à la fin de sa vie, a fait l'admiration de ceux qui l'approchaient.

Presque aveugle, sujet à des crises cardiaques qui le terrassaient inopinément au cours de ses déplacements, E. Foëx n'a jamais cessé de travailler. Jusqu'à la fin, il s'est passionnément intéressé à son ancien laboratoire et aux recherches qui s'y poursuivaient.

E. Foëx est né à Montpellier, le 8 juin 1876, d'une famille originaire de la Drôme. Il était le fils de Gustave Foëx, directeur de l'Ecole Nationale d'Agriculture de Montpellier, dont on connaît le rôle dans la reconstitution du vignoble détruit par le *Phylloxera*.

Après ses années d'élève dans l'école de Montpellier et à la Sorbonne, quelques stages, en particulier au laboratoire de Viala à l'Institut agronomique et des études à l'Université de Montpellier où il reçut les conseils du très grand maître de la Botanique Française que fut Charles Flahault, E. Foëx fut nommé maître de Conférences de Pathologie Végétale à l'Ecole Nationale d'Agriculture de Montpellier en 1903. Il publia, à partir de cette époque, une série d'intéressants travaux sur la morphologie et la biologie des champignons déterminant les oidiums. En 1912, il est nommé chef de travaux à la Station de Pathologie Végétale de la rue d'Alésia (aujourd'hui transféré à Versailles), fondée par Prillieux en 1887 et dirigée alors par Griffon. Quelques mois plus tard, il devait succéder à celui-ci avec le titre de directeur adjoint. C'est à la mort de Prillieux, en 1915, qu'il sera nommé directeur en titre. Il assumera ces fonctions jusqu'en 1939, date à laquelle il fut atteint par la limite d'âge.

Mobilisé pendant la guerre de 1914-1918 comme lieutenant de Chasseurs Alpins, E. Foëx fut blessé et fait prisonnier le 22 février 1915, en avant de Stosswihr (Haut-Rhin). Il eut à son actif deux tentatives d'évasion qui, malheureusement, échouèrent. Ses années de forteresse ébranlèrent profondément sa santé et c'est seulement grâce à son énergie peu commune qu'il put trouver la force d'accomplir ses fonctions jusqu'à l'âge de la retraite.

Les premières recherches d'E. Foëx ont porté sur les oïdiums. Il a pu préciser nos connaissances relatives aux formes végétatives et aux modes d'hibernation de ces champignons. Ces travaux lui ont valu le prix Thore, de l'Académie des Sciences, en 1913. Ses recherches ultérieures ont porté sur les rouilles des Céréales, le charbon et la carie du Blé, le piétin du Blé, les principales maladies de la Pomme de terre. Son enseignement à l'Ecole des Tabacs le porta en outre à s'intéresser aux maladies de cette plante. Enfin avec Perret, Ducomet et Duboys, E. Foëx fut l'un de ceux qui ont le plus contribué à organiser en France la lutte contre les maladies à virus de la Pomme de terre — alors connues sous le nom de « dégénérescence » — par la méthode dite de sélection généalogique dont les principes avaient été mis au point, quelques années auparavant, par les techniciens hollandais à la suite de la découverte de la nature infectieuse et de la contagiosité de la maladie de l'enroulement, réalisée par Quanjer. Les travaux d'E. Foëx sur les maladies de la Pomme de terre et les réalisations pratiques auxquelles ceux-ci l'ont conduit ont valu à leur auteur d'obtenir en commun avec Ducomet, le Prix Paul Marguerite de la Charlonie qui leur fut décerné par l'Académie des Sciences en 1938. « Si le déclin de la Pomme de terre, disait le rapporteur, qui a suscité tant d'alarmes dans le monde agricole, a été conjuré en grande partie dans les vingt-cinq dernières années au point que le public ne s'est pas rendu compte de la gravité du mal, nous devons ce résultat aux mesures rationnelles de défense préconisées et propagées par MM. Ducomet et Foex avec la collaboration de leurs élèves... »

Le pays vient de perdre, en la personne de E. Foëx un pathologiste de valeur. Ceux qui l'ont approché garderont longtemps le souvenir de ses grandes qualités de cœur, de sa droiture et de profonde modestie.

# LISTE CHRONOLOGIQUE

## DES TRAVAUX DE M. ETIENNE FOËX.

1902. Les gelées de printemps (*Rev. Viti.*, 1902).

1903. Notes botaniques agricoles (*Bull. Com. Mét., Hérault*).

1904. Foëx (Ét.) et Rey (P.). — Notes botaniques, agricoles et météorologiques (*Bull. Com. Mét. Hérault*).

1905. Foëx (Ét.) et Rey (P.). — Notes botaniques, agricoles et météorologiques (*Bull. Com. Mét. Hérault*).

1906. Arnaud (G.), Foëx (Ét.) et Rey (P.). — Notes botaniques, agricoles et météorologiques (*Bull. Com. Mét. Hérault*).

1907. Foëx (Ét.) et Rey (P.). — Notes botaniques, agricoles et météorologiques (*Bull. Com. Mét. Hérault*).

1908. Rouilles des Céréales (*Ann. Ec. Nat. Agr. Montp.*).

— Maladies du Pêcher (*Prog. Agr. et Viti.*, p. 1-13, pl. 5, Montpellier).

1909. Notes sur *Oïdiopsis taurica* (*Ann. Ec. Nat. Agr.*, p. 1-12, pl. I-V, Montpellier).

1910. Note sur l'Oïdium du Fusain du Japon (*Bull. Soc. Myc.*, t. XXVI, p. 322-326, pl. XVI).

— Maladie du Pied de la Violette (*Ann. Ec. Nat. Agr. Montp.*, t. X, pl. I-8, pl. V).

— Foëx (Ét.) et Vidal (D.). — Choix de variétés de Blés pour le Midi (*Prog. Agr. et Vit.*, p. 1-13).

1911. Note sur les modes d'hibernation de l'Oïdium de la Vigne (*Prog. Agr. et Vit.*, p. 3-8).

— Foëx (Ét.) et Vidal (D.). — Traitement des Charbons et de la Carie des Céréales (*Prog. Agr. et Vit.*, p. 3-12).

— Foëx (Ét.) et Vidal (D.). — Semis de Blé à l'Ecole d'Agriculture de Montpellier (*Prog. Agr. et Vit.*, p. 548-554, pl. I).

1912. Sur la présence de deux sortes de conidiophores chez *Oïdiopsis taurica* (*C. R. Acad. Sc.*, CLIV, p. 225).

— Les Fibosin Körper de Zopf et leurs relations avec les corpuscules métachromatiques (*C. R. Acad. Sc.*, t. XLV, p. 661).

— Miscellanées (I. Les conidiophores des Erysiphacées; II. De la présence de deux sortes de conidiophores chez *Oïdiopsis taurica* III. *Oïdium alphitoïdes*) [*Ann. Ec. Nat. Agr.*, p. 3-21, fig. 1-6].

— Les conidiophores chez les Erysiphacées (*Rev. Gén. Bot.*, t. XXIV, p. 200-206, fig. 1-4, 1912).

— Note sur le *Microsphaera Alni* (*Ann. Éc. Nat. Agr. Montp.*, p. 3-12, pl. I-III).

— Les modes d'hibernation des Erysiphacées dans la région de Montpellier (1er *Congrès International de Pathologie Comparée*, Paris, 17-23 octobre 1912, p. 1-12, Paris).

— Arnaud (G.) et Foëx (Ét.). — Sur la forme parfaite de l'Oïdium du Chêne en France (*C. R. Acad. Sc.*, t. LIV, p. 124).

— Arnaud (G.) et Foëx (Ét.). — Sur l'Oïdium des Chênes (*Microsphaera quercina* [Schw.] Burr. (*C. R. Acad. Sc.*, CLIV, p. 1302).

— Foëx (Ét.) et Berthault (P.). — Une maladie du Maïs de Cochinchine (*C. R. Acad. Sc.*, t. CLV, p. 532).

— Griffon (Ed.), Riza (Ali), Foëx (Ét.) et Berthault (P.). — Une maladie du Maïs de Cochinchine (*Bull. Soc. Myc.*, t. XXVIII, p. 333-338, pl. XVI et XVII).

1913. Note sur l'évolution des conidiophores chez *Sphaerotheca Humuli* (D. C.) Burr. (*Bull. Soc. Myc.* t. XXIX, fasc. 2, p. 2, pl. X, 1913).

— Recherches sur *Oïdiopsis taurica* (Lév.), Salm. (*Bull. Soc. Myc.*, t. XXIX, fasc. 4, p. 577-588, pl. XXXIV-XXXVIII).

1913. Une maladie des Groseilliers nouvelle pour la France (*Rev. Phyt. App.*, t. I, n° 13, p. 100-102).
— Le Mildiou de la Pomme de terre (*Rev. Phyt. App.*, t. I).
— Deux maladies parasitaires d'*Agave grandiflora* (*Bull. Soc. Myc.*, t. XXIX, p. 348-352, fig. 1-3).
— Deux maladies de l'Anthémis (*Rev. Phyt. App.*, t. I, p. 1-4, fig. 1-2).
— Projet d'un accord international contre les maladies des plantes (*Rev. Viti.*, p. 725-727).

1914. Sur l'Oïdium des Chênes (*J. Agr. Prat.*, 12 mars 1914).
— Quelques faits relatifs au Piétin du Blé (*Bull. Soc. Path. Vég.*, t. I, p. 26-30).
— La maladie de l'Enroulement dans le canton d'Orchies (Nord) [*Bull. Soc. Path. Vég.*, t. I, p. 42-48].
— Une maladie des bulbes de Glaïeul (*J. Soc. Nat. Hort.*, 4e série, t. XVI, février 1914).
— Foëx (Ét.) et Perret (Cl.). — La Frisolée, la maladie de l'Enroulement et quelques autres affections de la Pomme de terre (*La Vie Agricole et Rurale*, p. 329, 3 janvier 1914).

1919. Sur l'Oïdium des Euphorbes (*Bull. Soc. Path. Vég.*, t. VI, p. 31-34).
— Note sur le Blanc du Pommier (*Bull. Soc. Path. Vég.*, t. VI, p. 81-84).
— Quelques remarques sur la présence de périthèces de *Phyllactinia corylea* sur les feuilles de Chêne atteintes de Blanc (*Bull. Soc. Path. Vég.*, t. VI, p. 161-166).
— Observations sur le Piétin du Blé (*Ann. Épiphyt.*, t. VI, p. 210-213, pl. III).
— Note sur le Piétin du Blé (*Bull. Soc. Path. Vég.*, t. VI, p. 52-56).
— Emission et germination des ascospores de *Leptosphaeria herpotrichioides* (*Bull. Soc. Path. Vég.*, t. VI, p. 57-61).
— Une maladie des Epinards (*Bull. Soc. Path. Vég.*, t. VI, p. 35-36).
— Tubérosités des Châtaigniers et Chancres du Poirier (*Bull. Soc. Path. Vég.*, t. VI, p. 68-71).
— Note sur une maladie du Poirier (*Bull. Soc. Path. Vég.*, t. VI, p. 102-104).
— Au sujet d'un épi partiellement charbonné (*Bull. Soc. Path. Vég.*, VI, p. 105-106).
— Étude sur une maladie de l'Orge et de l'Avoine (*Bull. S. Path. Vég.*, t. VI, p. 118-124).
— Note sur un Cordyceps (*Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat.*, 52, p. 109).
— Liste des champignons récoltés dans le canton de Vaud et principalement à Saint-Cergues pendant l'été 1918 (*Bull. Soc. Vaud., Sc. Nat.*, 52, p. 196).

1920. La nécrose du liber de la tige de Pomme de terre atteinte de l'enroulement (*C. R. Acad. Sc.*, t. CLXX, p. 1436).
— Quelques causes de dégénérescence de la Pomme de terre (*C. R. Ac. Agr.*, t. VI, p. 398-404).
— La dégénérescence de la Pomme de terre (*J. Agr. Prat.*, t. XXXIII, vol. I, n° 16-18 et *Feuille d'Inf. Min. Agr.*, 1920).

1921. Les relations entre la Leptonécrose et l'Enroulement (*Bull. Soc. Path. Vég.*, t. VIII, p. 25-28).
— La maladie de l'enroulement de la Pomme de terre (*Ann. Épiphyt.*, t. VII, p. 281-287).
— Enroulement et Leptonécrose (*Bull. Soc. Path. Vég.*, t. VIII, p. 148-149).
— Particularités présentées par un champignon de couche atteint de Môle (*Hypomyces perniciosus*) [*Bull. Soc. Path. Vég.*, t. VIII, p. 105-106].
— Les maladies des plantes pendant le premier semestre de 1922 (*Bull. Soc. Path. Vég.*, t. VIII, p. 88-97).
— Résumé des discussions relatives au pouvoir anticryptogamique des sels de cuivre (*Rev. Path.*, n° 1410, 1411, 1412, 1413, 1414).
— De la préservation des semis et des jeunes végétaux contre les maladies cryptogamiques et les parasites animaux après la stérilisation du sol (*Journ. Soc. Nat. Hort.*, p. 13, juillet).
— Résultats fournis par les bouillies sans cuivre (*Bull. Soc. Path. Vég.*, t. VIII, p. 112-118).
— Les maladies du Pommier en France et aux Etats-Unis (*Journ. Soc. Nat. Hort.*, p. 5, janvier).
— Quanjer (H.) et Foëx (Ét.). — Mission d'étude sur les maladies de la Pomme de terre en France (*Ann. Epiphyt.*, t. VII, p. 267-280).

1922. Les gales et la maladie verruqueuse de la Pomme de terre (*Librairie agricole de la Maison Rustique*, 11 p., pl. I).
— La Dartrose de la Pomme de terre (*C. R. Acad. Agr.*, t. IX, p. 244-250).
— Note sur les dépérissements de l'Orme (*J. Soc. Nat. Hort.*, 3 p., octobre).
— Le Schizophyllum commune Stipité (*Bull. Soc. Path. Vég.*, t. IX, p. 148-149, pl. I).
— Ducomet (V.) et Foëx (Ét.). — Notes sur les maladies de dégénérescence de la Pomme de terre (*Rev. Bot. Appl.*, 31 juillet).

1923. Quelques mots sur les modes d'hibernation des Erysiphacées (*Congrès Path. Vég.*, tenu à Strasbourg, 20 juin 1923).

1923. Quelques faits relatifs aux Erysiphacées (*Conf. Int. Phyt. Wageningen*, Hollande, 1923).
— Obtention des sortes de Blé résistant aux Rouilles (XI[e] *Cong. Int. Agr.*, 1[re] *Section Agr.*, 175-180, Paris).
— Quelques problèmes relatifs aux Rouilles des Céréales (*Rev. Bot. Appl.*, t. III, n° 26, p. 641-652, Paris, 31 octobre).
— Une pourriture verticillienne du tubercule de Pomme de terre (*Ann. Épiphyt.*, t. IX, fasc. 2, p. 121-133, fig. 4).
— Tumeurs végétales, Cancers des Plantes (*Coll. T. Path. Comp.*, 14 p., Vendôme, 1923).
— Les maladies de l'Iris (Iris cultivés) [*Actes et C. R. Conf. Inst. des Iris*, Paris Soc. Nat. Hort., 1923).
— Les maladies cryptogamiques de l'Olivier (*Congr. Int. Oléiculture*, Nice, octobre).
— Ducomet (V.) et Foëx (Ét.). — Les maladies de la pomme de terre. Caractères auxquels on peut les reconnaître. Moyens de les combattre (*Offices agricoles régionaux*, p. 32, pl. XVI).
— Ducomet (V.) et Foëx (Ét.). — Les principales maladies de la pomme de terre. Les moyens de les prévenir. La sélection. Conservation des tubercules (*Offices agricoles régionaux*).

1924. Notes sur *Erysiphe graminis* D.C. (*Bull. Soc. Myc.*, t. XL, fasc. 2, p. 166-176, 2 fig., pl. IV à VIII).
— Notes sur les Erysiphées. Evolution du conidiophore d'*Erysiphe Polygoni L.* et d'*E. Cichoracearum* D. C. (*Bull. Soc. Myc.*, t. XL, fasc. 3, p. 236-243, pl. XIV-XVII).
— Quelques observations sur les conditions qui favorisent le développement et l'extension des Rouilles des Céréales (*Rev. Path. Vég.*, t. XI, fasc. 3, p. 205-211).
— Quelques observations sur le développement des Rouilles des Céréales dans le sud-ouest et le sud-est (*Rev. Path. Vég.*, t. XI, fasc. 3, p. 196-204).
— Quelques mots sur la politique phytopathologique (*Soc. Nat. Hort. France.*, 5 p.).
— Quelques précisions sur le Monilia de l'Abricotier.
— Foëx (Ét.) et Ayoutantis (A.). — Sur une production rouge qui revêt parfois la Vigne au printemps (*C. R. Ac. Agr.*, t. X, p. 1070-1074).
— Foëx (Ét.) et Ayoutantis (A.). — Une production rouge à consistance gélatineuse qui revêt parfois la Vigne au printemps (*Bull. Soc. Myc.*, t. XL, fasc. 4, p. 318-330).
— Foëx (Ét.), Gaudineau (M[lle] M.) et Guyot (L.). — Les rouilles des Céréales en 1923 et 1924 dans la région parisienne (*Rev. Path. Vég.*, t. XI, fasc. 3, p. 196-204).
— Foëx (Ét.) et Chabrolin (Ch.). — Les maladies des arbres fruitiers et leurs traitements (*Lib. Prog. Agr. et Viti.*, 24 p., 3 pl., Villefranche).

1925. Notes sur quelques Erysiphacées (le *Sphaerotheca pannosa* [Wall.] Lév. parasite du Rosier; le *Podosphaera oxyacanthae* D. C. de Bary ou trichotyler [Wall.] sur Abricotier; le *Podosphaera leucotricha* [Ell. et Ev.] Salmon sur Pommier; *Phyllactinia corylea* [Pers.] Koenst. sur *Palium australe* : *Microsphaera Mougeotii* sur *Lycium herbarium* [t. XLI, p. 417-438, pl. XII-XXV]).
— Quelques mots sur les Erysiphacées (*Bull. Soc. Path. Vég.*, t. XII, fasc. 1, p. 65-73).
— Les facteurs de la résistance aux Rouilles des Céréales (*Cong. Av. Sc.*, Grenoble).
— La Gale Verruqueuse de la Pomme de terre (*J. Soc. Nat. Hort.*, 60 p., août).
— Les maladies à virus chez les végétaux (*Soc. Path. Comp.*, p. 13, 10 février).
— Ducomet (V.) et Foex (Ét.). — Introduction à une étude agronomique des Rouilles des Céréales (*Ann. Épiphyt.*, t. XI, fasc. 5, p. 311-411, pl. X).
— Foëx (Ét.) et Saulnier. — Organisation internationale de la lutte contre les maladies des plantes et sa réalisation pratique (*Congr. Int. Agr.*, Varsovie, juin).

1926. Les maladies du Châtaignier (1[er] *Congrès International de la Châtaigne*, Mémoires et comptes rendus, p. 1-35, pub. P. O.).
— Quelques maladies cryptogamiques de l'Olivier (*Congr. Intern. de l'Olivier*, Nice, 130 p., 926).
— Ducomet (V.) et Foëx (Ét.). — Étude de la Gale verruqueuse (*Rev. Path. Vég.*, t. XIII, fasc. 4, p. 293-302).

1927. Un Oïdium de l'Hortensia (*Rev. Path. Vég.*, t. XIV, fasc. 3, p. 217-223).
— Rapport sur la maladie bactérienne dite du Feu Sauvage (*Mémorial des Tabacs*).
— Traitement des Maladies du Rosier (*Les Amis des Roses*, p. 78-87).

1928. La maladie du Tabac blanc (*Mémorial des Tabacs*).
— Foëx (Ét.) et Rosella (Ét.). — Sur deux Helminthosporioses de l'Orge (*Ann. Épiphyt.*, t. XIV, n° 4, p. 269-279, fig. 1-6, pl. I-IV, juillet-août).
— Ducomet (V.) et Foëx (Ét.). — Essais effectués en 1927 au champ d'expériences établi par l'Institut des Recherches Agronomiques à Russ-Herbasch (Bas-Rhin) en vue de l'étude de la

maladie verruqueuse (*Synchytrium endobioticum* [Schilb.] Perc.) de la Pomme de terre (*C. R. Ac. Agr.*, t. XIV, p. 442-445, 12 mars).

— Ducomet (V.) et Foëx (Ét.). — La maladie verruqueuse de la pomme de terre. Résultats obtenus en 1923 au champ de Russ (Bas-Rhin) [*Bull. Soc. Nat. Enc. Agr.*, t. XLVIII, 1851, p. 20, 23 novembre].

— Ducomet (V.) et Foëx (Ét.). — De l'appréciation de l'intensité des Rouilles du Blé (Extrait du *Bull. Ass. Intern. Sélect.*, t. I, n° 5, Imprimerie Duculot-Gembloux).

1929. Foëx (Ét.). — Le Piétin du Blé (*C. R. Ac. Agr.*, t. XV, n° 29, p. 1005-1010, 4 décembre).

— Foëx (Ét.). — Pathologie du Tabac, in Capus (G.), Leulliot (F.) et Foëx (Ét.) [*Le Tabac*, t. II, *Pathologie*, p. 1-246, fig. 1-23, S. Ed. Gés. et Col., Paris].

— Foëx (Ét.). — Sur une forme endoconidienne accompagnant un sclérote constitué dans un épi de Blé (in *Bull. Soc. Mycol. de Fr.*, t. XLIV, fasc. 4, p. 349-359).

1930. Foëx (Ét.) et Rosella (Ét.). — Sur les diverses forme de Piétin (*Rev. Path. Vég.*, t. XVII, fasc. 2 p. 41-50).

— Foëx (Ét.) et Rosella (Ét.). — Recherches sur le Piétin (*Ann. Epiphyt.*, n° 2, p. 52-82, pl. I-X, mars-avril).

— Foëx (Ét.) et Dufrenoy (J.). — Les maladies du Maïs (*I^er Congr. Int. du Maïs*, Pau, 1930, p. 29-158, fig. I-XI).

1931. Foëx (Ét.) et Rosella (Ét.). — Quelques observations sur le Piétin du Blé (*Rev. Path. Vég.*, t. XVIII, n° 3-4, p. 133-142).

— Foëx (Ét.) et Rosella (Ét.). — Au sujet du problème du Piétin du Blé (in *Tr. de Cryptogamie dédiés à L. Mangin*, p. 294-302, pl. XX, Paris).

1932. Foëx (Ét.) et Rosella (Ét.). — Recherches sur le Piétin du Blé au cours de la campagne 1930-1931 (*C. R. Ac. Ag.*, t. XVIII, n° 9, p. 376-383, 2 mars).

— Ducomet (V.) et Foëx (Ét.). — La Gale verruqueuse de la Pomme de terre au champ d'essais de Russ (Bas-Rhin) [*Bull. Ag. Soc. Enc. Agr.*, t. LII, n° 1880, p. 32-36, janvier-février).

1933. Sur quelques maladies observées sur la Pomme de terre au cours de l'été 1933 (*R. Path. Vég.* t. XX, fasc. 9-10, p. 300-309, décembre).

— Foëx (Ét.) et Barbier (M^lle A.-M.). — Au sujet du traitement contre le Phytophthora infestans (*Bull. Agr. Soc. Enc. Agr.*, t. LII, n° 1930, janvier-février 1932 et in *Rapport sur le fonctionnement Inst. Rech. Agron.*, pendant l'année 1932, p. 402-403).

— Maire (R.), Foëx (Ét.) et Malençon (G.). — Sur l'étiologie du Bayoud maladie du Palmier-Dattier (*C. R. Acad. Sc.*, t. CLXXXXVI, p. 1349-1350, 8 mai).

— Aperçu sur les anticryptogamiques (*Ann. des Engr.*, p. 1-9, Paris).

1934. Le Mildiou de la Pomme de terre (*Congrès Défense Sanitaire des Végétaux*, p. 155-160, Paris).

— Ducomet (V.) et Foëx (Ét.). — La maladie verruqueuse de la Pomme de terre (*Serv. Déf. des Vég.* et *Serv. Rev. Agr.*, p. 24, pl. 1).

— Foëx (Ét.) et Rosella (Ét.). — Etudes sur les Piétins des Céréales (*R. C. Acad. Agr.*, t. XX, n° 19, p. 480-483, 18 avril).

— Foëx (Ét.) et Burgevin (H.). — Observations sur les maladies dites du Cœur de la Betterave (*C. R. Ac. Agr.*, t. XX, p. 978-982, 1^er novembre).

— Evolution de la Pathologie Végétale dans l'espace et dans le temps (*Congrès Défense Sanitaire des Végétaux*, t. II, p. 11-58, Paris).

1935. Quelques maladies qui ont attaqué les cultures pendant une période hivernale douce et humide (*C. R. Ac. Agr.*, t. XXI, p. 1-3, 6 février).

— Quelques observations sur les maladies du Pied des Céréales (*C. R. Acad. Agr.*, t. XXI, p. 501-505).

— Emploi de la Bouillie bordelaise dans la lutte contre le *Phytophthora infestans* (*Le Cinquantenaire de la bouillie bordelaise. Supplément Rev. Path. Vég.*, t. XXII, p. 49-55, Paris).

— Foëx (Ét.) et Burgevin (H.). — Nouvelles notions sur l'action du Bore sur les maladie du Cœur de la Betterave (*C. R. Acad. Agr.*, t. XXI, p. 1-4, 30 octobre).

— Ducomet (V.), Foëx (Ét.) et Alabouvette (L.). — Les maladies de la Pomme de terre (*Déf. San. Vég. Stat. et Lab. de Rech. Agr.*, 40 p., pl. I-XX).

— Foëx (Ét.) et Rosella (Ét.). — Les Piétins du Blé (*Rev, Pathol. Vég. et d'Entomol. Agr.*, t. XXI, fasc. 2 et 3, p. 9-14, avril-juillet).

1935. Sur quelques maladies des plantes qui sévissent en Seine-et-Oise (*Confér. des Soc. Sav. Litt. et Art. du Départ. de Seine-et-Oise*, p. 49-57, 12e session, Versailles, 2, 3, 4 et 5 juin 1934. *Compte rendu des Travaux*, Rodez, 1935).

1936. Nouveaux essais expérimentaux sur le Piétin des Céréales au cours de la campagne 1934-1935 (*C. R. Acad. Agr.*, t. XXI, p. 140-147, 5 février).

— Etude expérimentale sur le Piétin du Blé au cours de la campagne 1934-1935 (*Ann. des Epiphyt. et de Phytog.*, t. II, fasc. 11, p. 1-11, fig. 1-2).

— La lutte contre les affections parasitaires des plantes de grande culture par l'adoption de méthodes de culture (assolement et travail du sol) rationnelles. Conférence faite devant les Professeurs d'Agriculture et Ingénieurs agronomes de la Suisse romande, 14 juin 1935 (*Annuaire Agricole de la Suisse*, 1936, p. 669-678).

— Foëx (Ét.) et Lansade (M.). — L'action pathogène d'une forme de *Fusarium oxysporum* isolée du tubercule de la Pomme de terre (*C. R. Acad. Sc.*, t. CCII, p. 1812, 1939, 25 mai).

— Foëx (Ét.) et Lansade (M.). — Une bactériose du Bananier (*C. R. Acad. Sc.*, CCII, p. 173, 29 juin),

— Les Charbons des Céréales et les moyens de les combattre (*Journ. Agr. Prat.*, n° 39, 26 septembre, p. 217-221).

— Foëx (Ét.) et Lansade (M.). — Deux maladies de la Pomme de terre (*Ann. Sc. Nat. Botan.*, 10e série, t. XVIII, p. 141-163).

— Foëx (Ét.) et Lansade (M.). — Une maladie du Bananier (*Rev. Bot. Appl. et Agr. Trop.*, vol. XVI, p. 887-892).

1937. Les procédés de défense contre les parasites. Organismes végétaux. (La Conservation du Blé. *Trav. du Congrès de la Conservation du Blé*, Blois, 31 mai-2 juin 1937, p. 45-47 [*Publ. Soc. Nat. d'Encour. à l'Agr.*, Paris).

— Les organismes végétaux nuisibles à la conservation (La Conservation du Blé. *Travaux du Congrès de la Conservation du Blé*, Blois, 31 mai-2 juin 1937, p. 25-31 [*Publ. Soc. d'Encour. à l'Agr.*, Paris]).

— Foëx (Ét.) et Rosella (Ét.) — Un sclerotium parasite du Blé (*Ann. Sc. Nat.*, série Bot., 10e série, XIX, p. 221-231).

— Brûlures déterminées par la bouillie bordelaise, bouillie bourguignonne. Altérations par les arsenicaux, bouillies sulfocalciques, huiles d'anthracène et autres huiles minérales (*Union «Rhône fruits»*, Assemblée générale du 13 mars 1937. Conférences, Lyon).

— L'invasion des Chênes d'Europe par le Blanc ou Oïdium (*Microsphaera alphitoides* Griffon et Maublanc [*Revue des Eaux et Forêts*, p. 338-349, présenté au congrès de la technique du Bois, 1937].

— Burgevin (E.) et Foëx (Ét.). — La maladie du Cœur de la Betterave en France (*C. R. Acad. Agr.*, 17 février, t. XXIII, p. 195-197).

1938. Quelques mots sur les maladies de la Pomme de terre (*La Pomme de terre française*, août 1938, n° 2).

— Bref historique de la Pathologie végétale (29 avril, *La Cause*, Carrière-sous-Poissy).

1940. Foëx (Ét.) et Crepin (C.). — Quelques observations sur les maladies et accidents qui ont affecté les plantes au cours de l'année 1938 (*Ann. Epiphyt. et Phytog.*, t. VI, p. 27-36).

1941. Revue des travaux sur diverses maladies des Céréales déterminées par des champignons à sclérotes (*Ann. Epiphyt. et de Phytog.*, t. VII, p. 43-53).

— Un champignon à sclérote du Blé, son action parasitaire (*Ann. Epiphyt. et Phytog.*, t. VII, p. 21-42).

# CHIMIOTROPISMES DES INSECTES

par R. Chauvin.

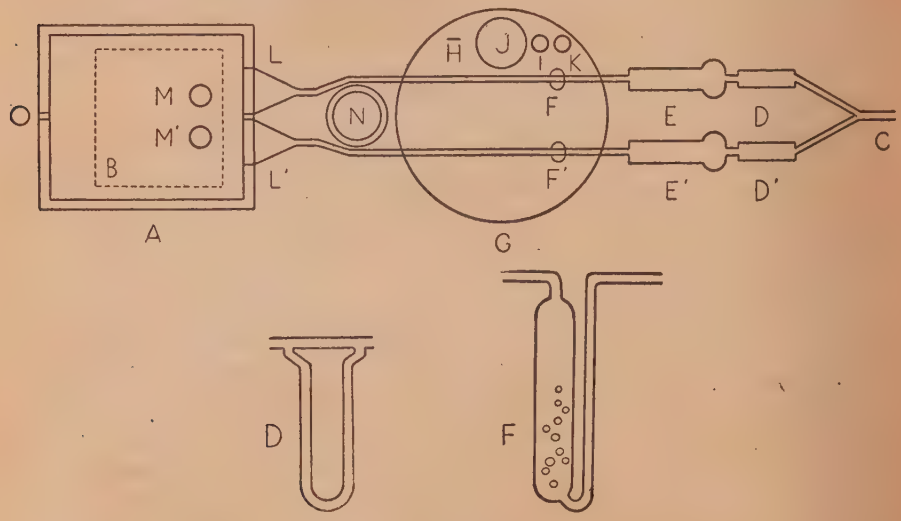
## A. Généralités sur les Chimiotropismes.

Je ne compte envisager ici que l'étude expérimentale des cas très nombreux où l'insecte se dirige *spontanément* vers une source d'excitation chimique, olfactive ou gustative en négligeant les expériences de dressage sur le goût et l'odorat, où l'on met en jeu une sensibilité masquée dans le comportement normal. La littérature sur le dressage des insectes, déjà passablement abondante, risquerait en effet de nous entraîner trop loin. Je ne parlerai pas non plus des attractions plus ou moins accidentelles exercées par des substances artificielles, employées comme appât ou comme insecticides.

Les tropismes en général présentent deux phénomènes à considérer, *l'orientation* par rapport à la source d'excitation et la *cinèse* ou déplacement vers cette source. En ce qui concerne les chimiotropismes, l'orientation est souvent peu nette et l'on observe initialement des réactions phobiques par essais et erreurs. Dès que l'insecte perçoit l'odeur, il manifeste une agitation diffuse, court çà et là en décrivant de nombreuses spires enchevêtrées (*Habrobracon* de Murr (1930); *Drosophila* de Flugge, 1934); lorsqu'il est parvenu à quelques centimètres de la source odorante, il se dirige brusquement vers elle en ligne droite. L'absence d'orientation bien nette entraîne l'absence plus ou moins complète des mouvements de *manège*. On en connaît chez le mâle du ver à soie privé d'une antenne qui se dirige vers sa femelle en décrivant une spirale très lâche (Kellogg, 1915); les géotrupes ayant subi la même opération montrent un comportement analogue en présence des excréments dont ils font leur nourriture. Mais la plupart du temps l'insecte privé d'une antenne va vers l'odeur attirante aussi vite et aussi sûrement que l'insecte intact. La cinèse ne présente rien de particulier : d'après Flugge, les Drosophiles parcourant 1, 1 centimètre-seconde, dans un courant d'air inodore et 2,3 centimètres-seconde dans un courant d'air odorant. On n'a pas étudié jusqu'à présent les lois de la cinèse chimiotropique.

Un cas très particulier se rencontre dans l'*orientation à la trace :* l'exemple le plus connu est celui des fourmis dont certaines espèces peuvent suivre, grâce à l'odorat, pendant plusieurs dizaines de mètres, les routes tracées par leurs congénères : on peut les égarer à volonté avec un pinceau imbibé d'acide formique. L'odeur d'après Bethe, Forel et d'autres serait « orientée » et comporterait une « droite » et une « gauche » reconnaissables pour la fourmi. Je rappelle brièvement la célèbre expérience de Bethe : trois planchettes A. B. C. sont disposées à la suite l'une de l'autre sur le trajet des fourmis. Lorsqu'elles

ont passé dessus, pendant quelques heures, on met A à la place de C; les ouvrières ne sont pas troublées. Mais si l'on retourne les planchettes bout pour bout, la désorientation est complète et les fourmis hésitent de longues minutes devant l'extrémité inversée. On peut donc soutenir, d'après les auteurs précités, que l'odeur est orientée et que le trouble des insectes provient de ce que la droite de l'odeur se trouve à gauche et réciproquement. Une telle conclusion peut être infirmée par la remarque fort simple que les ouvrières sont passées de nombreuses fois *dans les deux sens* sur les planchettes, qui sont ainsi recouvertes d'une infinité de traces odorantes d'aller et de retour enchevêtrées. Il est donc bien étonnant que les ouvrières puissent percevoir une orientation dans cet enchevêtrement; il faudrait pour cela que leurs congénères aient suivi auparavant un sens unique pour l'aller et pour le retour, ce qui n'est pas. Les *Habrobracon juglandis* cherchent aussi à la trace les chenilles d'*Ephestia* qu'ils parasitent, mais le trajet des chenilles n'est pas suivi exactement et l'hyménoptère zigzague de part et d'autre de la trace; il semble guidé là aussi, comme les infusoires de Jennings, par des réactions d'essais et d'erreurs. Ajoutons qu'il peut trouver une chenille suspendue à un fil et qui ne laisse aucune trace sur le substrat. Wojtusiak (1932) a noté que les jeunes chenilles néonates de *Pieris Brassicae* qui vivent en groupes serrés après l'éclosion, laissent une trace odorante lorsqu'elles s'en écartent; cette trace est renforcée par chaque nouveau passage d'une chenille et leur sert à retrouver très facilement leurs congénères.




Olfactomètre de Hoskins et Graig.

A. Boîte étanche contenant la cage de toile métallique B où sont renfermés les insectes à tester; C. Arrivée de l'air sous pression; D et D', E et E'. Tubes servant au réglage de l'humidité; F et F'. Tubes contenant les substances à tester enfermées dans le thermostat G; L et L'. Entonnoirs par où les odeurs parviennent aux sujets; M et M'. Trous d'aspiration de l'air: N. Lampe éclairant le dispositif expérimental.

### B. Appareils de mesures. — Les Olfactomètres.

On a proposé de nombreux types d'olfactomètres destinés à l'étude des chimiotropismes olfactifs. Certains étaient d'une simplicité un peu trop naïve. Un des derniers en date, celui de Hoskins et Graig (1934) semble offrir plus de garanties. Il se compose schématiquement d'une soufflerie qui envoie un léger courant d'air dans deux tubes

parallèles, la vitesse du courant étant équilibrée dans les deux tubes à l'aide de fluxmètres. Chacun des deux courants d'air, qui peut être desséché ou humidifié à volonté à l'aide des tubes D et D', E et E', traverse deux tubes contenant des perles de verre où l'air se sature de la substance odorante à étudier, puis aboutit à deux entonnoirs en face desquels une cage de toile métallique renferme les insectes à tester. Ceux-ci s'amassent en face de l'entonnoir le plus attractif. On peut ainsi établir des pourcentages et tracer des courbes d'attractivité.

La principale difficulté dans tous les types d'olfactomètres consiste à induire le déplacement des insectes au bout d'un délai suffisamment bref. Ils ne répondent point, en effet, dans le même temps aux excitations chimiotropiques et l'on observe toutes les gradations entre ceux qui se dirigent immédiatement vers la source et ceux qui ne s'ébranlent qu'au bout d'un temps variable pouvant dépasser une heure. C'est pourquoi le dispositif de Barrows qui utilise l'interférence photo-chimiotropique paraît préférable à bien des égards; Barrows travaille sur les Drosophiles qui sont fortement photopositives et il les amène à se diriger vers la lumière le long d'une rainure étroite. Sur un point du trajet sont disposés l'un en face de l'autre deux tubes contenant la substance à étudier: les Drosophiles parvenues en cet endroit dévient très nettement vers le tube le plus attractif et on peut calculer l'attractivité en fonction du pourcentage des déviations. D'une manière générale la méthode des interférences tropiques dans laquelle un tropisme sert à en étudier un autre semble particulièrement sensible et susceptible d'une application générale.

### C. Les différents chimiotropismes.

On peut distinguer les chimiotropismes ou attractions de nature sexuelle vers un animal de la même espèce, l'attraction d'un parasite par son hôte, enfin les innombrables tropismes où l'insecte se dirige vers les végétaux ou les produits en décomposition qui lui servent d'aliments.

1. *Les chimiotropismes sexuels.* — Analysons brièvement avec Kellogg (1915) le comportement des papillons du *Bombyx mori :* la femelle venant d'éclore se tient immobile en faisant saillir à l'extrémité de ses anneaux abdominaux deux petites glandes spéciales. Dès l'extrusion de ces glandes, les mâles qui entourent la femelle sont saisis d'une agitation frénétique et se dirigent en agitant les antennes vers la femelle avec laquelle ils copulent immédiatement. Les glandes odorantes rentrent dans l'abdomen aussitôt après l'accouplement. Si on les sectionne et qu'on les dépose à côté de la femelle les mâles se dirigent exclusivement vers ces glandes et cherchent à copuler avec elles, alors que la femelle opérée est négligée. Les excitations olfactives ne jouent d'ailleurs que pour la découverte de la femelle : mais pour l'accouplement proprement dit les excitations tactiles prédominent et deux mâles copulent parfaitement entre eux s'il viennent à se rencontrer par hasard. Ce dernier fait ne paraît pas général chez les Papillons; chez d'autres espèces, les mâles ne copulent avec un autre mâle que s'il vient de s'accoupler avec une femelle : preuve que l'odeur de la femelle y est restée attachée et que les excitations olfactives dominent dans le déterminisme de leur pariade. Le chimiste allemand bien connu, Butenandt vient tout récemment (1939) d'isoler la substance sexuelle attractive pour *Bombyx mori*; elle est liposoluble et ne contient pas d'azote mais seulement du carbone, de l'oxygène et de l'hydrogène; une baguette trempée dans une solution diluée de cette substance affole littéralement les mâles de *Bombyx* auxquels on la présente.

L'attraction sexuelle olfactive est connue depuis très longtemps chez les Lépidoptères. On n'ignore pas qu'elle s'exerce à plusieurs kilomètres de distance et que la substance attractive agit par conséquent à des dilutions qui défient l'imagination, elle est cependant capable de guider les mâles avec précision ainsi que le prouve l'observation de Labonnefon; cet auteur possédait une femelle de grand paon de nuit vers laquelle accouraient de nombreux mâles (les mâles attirés peuvent être très nombreux en effet et Standfuss en a capturé 125 de la même espèce avec une seule femelle en une seule nuit; les paons de nuit sont pourtant assez rares) à tel point qu'importuné, il ferma sa fenêtre. Quelques minutes après il entendit les mâles voleter à l'intérieur d'un vieux poële éteint qui se trouvait dans la même pièce; les insectes avaient pénétré par la cheminée et le tuyau du poële (on pourrait ranger cette performance des mâles sous la rubrique des expériences de détour ou « umweg »). Ajoutons enfin qu'un vase où a séjourné la femelle attire les mâles aussi bien que la femelle elle-même, et que l'odeur n'est pas toujours spécifique. Les mâles de *Galleria* et *Achræa* d'une part, *Ephestia* et *Plodia* d'autre part copulent parfaitement entre eux, preuve que l'odeur des femelles des deux espèces doit être la même.

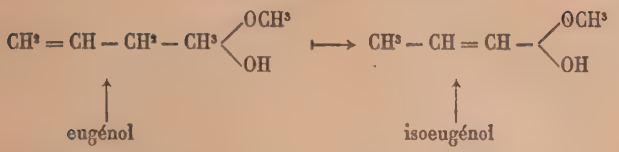
Les Américains ont même essayé d'appliquer l'attraction sexuelle à la lutte antiparasitaire : une femelle de *Lymantria* était placée pour cela sous une bande de papier adhésif insecticide et les mâles venaient s'y coller en grand nombre, mais d'après les derniers travaux, la méthode ne paraît pas susceptible d'utilisation pratique.

Les Ténébrions eux aussi sont nettement attirés vers leurs femelles par la voie olfactive et ne le sont plus après section des antennes (Valentine, 1931).

2. *Les chimiotropismes chez les parasites d'animaux* sont innombrables et bien connus, mais ils n'ont guère été étudiés expérimentalement. Nous avons vu le cas des *Habrobracon* qui trouvent leur proie à la trace; ils ne suivent pas cette trace exactement mais dévient à droite et à gauche. L'Insecte parvenu à quelques centimètres de l'*Ephestia* qu'il doit parasiter se dirige vers elle en ligne droite sans autres hésitations. Il s'orienterait donc d'abord suivant un mécanisme phobotactique puis tropotactique, d'après la nomenclature de Kühn. Des phénomènes analogues ont été observés par Picard sur *Pimpla instigator*.

Thorpe (1930) a constaté que des *Nemeritis canescens* élevés jusque là sur *Ephestia*, puis transportés dès leur éclosion sur *Meliphora grisella*, ont tendance à l'état adulte à choisir *Meliphora* comme hôte; cette tendance anormale pour l'espèce ne se transmet pas au delà de la première génération : elle passe seulement de la larve à l'adulte. C'est l'odeur de *Meliphora* qui est devenue attractive comme Thorpe a pu le constater.

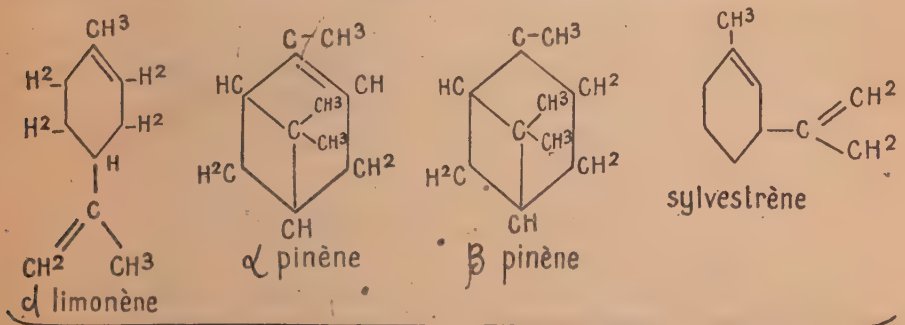
3. *Les chimiotropismes chez les phytophages et détritiphages.* — Mais les chimiotopismes de l'importance pratique la plus considérable et les mieux étudiés sont ceux qui attirent les insectes vers les plantes ou vers les matières en décomposition dont ils font leur nourriture. Un des plus anciennement connus est celui qui porte les *Dacus* vers l'essence de citronnelle. Or il existe dans ce produit une douzaine de composés distincts (géraniol, linalol, eugénol, méthylhepténone, etc.) et l'on peut se demander si l'un d'eux n'est pas spécialement responsable du phénomène. Howlett (1915) découvrit que le *Dacus zonatus* recherchait l'odeur de méthyleugénol, le *Dacus diversus* celle de l'isoleugénol et le *D. ferrugineus* les deux produits à la fois. L'eugénol lui-même n'attire pas les *Dacus*. L'attraction semble de nature alimentaire car les mangues et papayes et diverses plantes qui possèdent toutes une certaine odeur d'eugénol sont fréquentées par les mâles; d'autre part les femelles écrasées n'attirent pas les mâles.



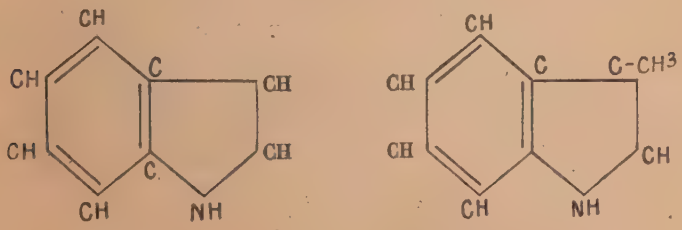

N'attire pas les *Dacus*. Attire *Dacus diversus*.

Tout récemment (1942), Becker a recherché pourquoi les femelles d'*Hylotrupes bajulus* pondaient surtout dans les bois de pin ou de sapin et quelles substances les y attiraient plus particulièrement. Ce travail a été facilité par le fait que les dérivés de la térébenthine sont parfaitement connus; il n'a eu qu'à les tester un par un et il a pu constater que l'$\alpha$-pinène et le $\beta$-pinène étaient responsables de l'attraction. Le $\delta$-carvène ou $\delta$-limonène les attire aussi mais beaucoup moins. Mais des corps qui n'ont aucun rapport avec les terpènes précités, tels que le sylvestrène, exercent aussi une attraction non négligeable. Becker n'a pas étudié les mâles et c'est fort dommage : chez d'autres espèces comme les *Ergates faber*, les deux sexes sont attirés également par les pinènes.

Les travaux plus anciens de Warnke (1931) ont montré que c'étaient plus spécialement l'ammoniaque, l'indol et le scatol qui attiraient les Géotrupes vers les excréments des animaux. Le seuil d'attraction est 0,15 milligr. par litre d'air pour l'ammoniaque et seulement 0 milligr. 003 par litre pour le scatol. Pour l'indol le seuil est de 0 milligr. 003 par gramme pour *G. sylvaticus et vernalis* et de 0 milligr. 15 pour *G. stercorarius*.




*Attirent les Hylotrupes*




*Attirent les Géotrupes.*

D'après Dethier (1941) les chenilles de *Papilio ajax* broutent 18 espèces d'Ombellifères qui secrètent différentes huiles essentielles que l'auteur a pu isoler et tester séparé-

ment. Ces larves préfèrent les huiles qui contiennent des méthylnonylcétones, mais toutes les plantes qui en contiennent ne sont pas attaquées, peut-être par suite d'obstacles mécaniques.

$$-CH^3-CO-CH^2-CH_6-CH^2-CH^2-CH^2-CH^3-CH^2-CH^2-CH^3$$

méthylnonylcétone. — Attire *Papilio ajax*

$C^6H^5NH^2$ éthylamine. — Attire *Phormia regina.*

Citons brièvement enfin les expériences de Steiner (1942) sur *Phormia regina,* mouche qui fréquente les matières en décomposition à cause de l'éthylamine qui en émane, les travaux plus anciens de Barrows (1907) qui, en analysant l'attraction bien connue que les Drosophiles montrent pour l'alcool, a prouvé qu'elle était due aux traces d'ester méthylacétique renfermé dans l'alcool; enfin il paraît que les *Ceratitis capitata* sont attirées par le pétrole et certains agronomes en mélangent aux appâts empoisonnés.

Thorpe (1939) a refait sur les Drosophiles des expériences comparables à celles qu'il avait déjà réalisées sur *Nemeritis canescens* (voir plus haut). Ces mouches éprouvent une aversion très nette pour l'essence de menthe poivrée. Mais si on en mélange au milieu nutritif des larves, les adultes préféreront au contraire cette odeur; là non plus la modification n'est pas héréditaire.

D'après Raucourt et Trouvelot (1936), les Doryphores sont attirés vers la pomme de terre par un chimiotropisme gustatif. La substance attractive, soluble dans l'eau, est distincte de la solanine.

Les chimiotropismes négatifs. — Ils sont extrêmement mal connus et surtout très mal analysés chimiquement malgré l'énorme intérêt qu'ils présentent. Citons seulement celui que le Doryphore éprouverait pour *Solanum demissum* (Trouvelot), celui du Criquet pèlerin pour le *Melia azedarach* (Volkonsky, 1937) et celui de beaucoup d'insectes pour la naphtaline ou le paradichlorobenzène.

### D. Les organes de l'attraction chimiotropique.

C'est indubitablement les antennes pour des chimiotropismes olfactifs; leur rôle olfactif est très anciennement connu. Leur ablation supprime chez les papillons mâles et chez *Tenebrio molitor* toute attraction vers la femelle; en leur absence les *Habrobracon* ne vont plus vers les *Ephestia* ni les Drosophiles ou les Géotrupes vers les matières alimentaires; toutefois, chez les Géotrupes, les palpes maxillaires jouent un grand rôle dans l'orientation à grande distance (10 centim.) et les palpes labiaux dans l'orientation à courte distance (3 centim.). Les palpes peuvent également suppléer les antennes chez *Periplaneta.* Chez *Cynomyia cadaverina* le labium joue dans l'olfaction un rôle aussi important que les antennes (Frings, 1941). Quant aux *chimiotropismes gustatifs,* leur organe excitateur est situé à l'intérieur et à l'extérieur de la cavité buccale; les palpes ne sont pas le siège exclusif du goût.

### E. Conclusion.

Ce bref résumé des travaux expérimentaux les plus récents montrent que les Insectes sont attirés vers leur nourriture par des substances chimiquement bien définies et même relativement simples. L'isolement de ces substances présente un intérêt capital et il est à souhaiter que les agronomes orientent leur effort de ce côté. On mesurera le peu de travail qui a été accompli jusqu'ici en songeant qu'on ne sait même pas si c'est la vue, le goût ou l'odorat qui attirent beaucoup d'insectes, économiquement très importants,

vers les plantes cultivées; de cette ignorance sur des matières pourtant essentielles découle l'empirisme actuel de l'industrie des insecticides. Les ingénieurs cherchent en effet à tuer les insectes nuisibles en essayant au hasard une foule de substances plus ou moins toxiques, avec des idées directrices extrêmement vagues; de bons résultats peuvent être obtenus, mais c'est tout à fait par hasard. L'entomologie appliquée est à peu près au stade de la chirurgie avant Pasteur : avant de soigner l'infection, il fallait d'abord savoir en quoi elle consistait. Avant de lutter contre les insectes, apprenons avant tout pourquoi ils attaquent nos cultures.

---

## BIBLIOGRAPHIE.


Barrows (W.-S.), 1907. — The reactions of the pomace fly *Drosophila ampelophila* to odorous substances. (*J. exp. Zool.*, IV, 515-537.)

Becker (G.), 1942. — Zur sinnesphysiologie des hausbockkafers. (*Naturwiss*, 253, 6.)

Busnel (R.-G.), 1939. — Études physiologiques sur le *Leptinotarsa decemlineata*. (Paris, Le François.)

Butenandt, 1939. — Zur Kenntniss der Sexuallockstoffe bei insekten. (*Jabresb. Preuss. Akad. Wiss.*, p. 97.)

Dethiez (V.-G.). — Chemical factors determining the choice of food plants by *Papilio* larvae. (*Amer. Nat.*, 75.)

Flugge (Ch.), 1934. — Geruchliche raumorientierung von Drosophila melanogaster. (*Z. vergl. Physiol.*, 20, 463.)

Frings (H.), 1941. — The loci of olfactory sense-organs in the blowfly *Cynomyia cadaverina*. (*J. exp. Zool.*, 88, p. 65-93.)

Hoskins et Craig (R.), 1934. — The olfactory responses of flies in a new type of insect olfactometer. (*Journ. Econ. Entom.*, 27, p. 1029.)

Howlett, 1915. — (*Bull. Entom. Res.*, 6, p. 297.)

Kellogg, 1907. — Some silkworm moth reflexes. (*Biol. Bull.*, XII, 153, 4.)

Murr (L.), 1930. — Uber den geruchsinn der Mehlmottenschlupfwespe *Habrobracon juglandis*. (*Z. vergl. Physiol.*, II, 210.)

Piéron (H.), 1941. — Psychologie zoologique. (Presses universitaires.)

Raucourt (M.) et Trouvelot (B.), 1936. — Les principes constituants de la pomme de terre et le Doryphore. Réaction d'ordre sensitif chez la larve. (*Ann. des Epiph. et de Phytog.*, t. II, fasc. 1.)

Steiner (G.), 1942. — Zur quantitative analyse tierischer Geruchsreaktionen. (*Naturwiss.*)

Thorpe (W.-H.), 1938. — Further experiments on olfactory conditioning in a parasitic insect. The nature of the conditioning process. (*Proc. roy. Soc. Lond. B.*, 126, 370-397.)

Thorpe (W.-H.), 1939. — Further studies on preimaginal conditioning in insects. (*Pro. Roy. Soc. Lond. B.*, 127, 427-433.)

Valentine (J.-M.), 1931. — (*J. exp. Zool.*, 58, 165.)

Volkonsky (N.), 1937. — Sur l'action acridifuge des extraits de *Melia azedarach*. (*Arch. Inst. Pasteur, Algérie*, XV, p. 427.)

Wojtusiak, 1932. — (*Biol. Abstr.*, 6, n° 24933.)

# ARRÊTS DE DÉVELOPPEMENT ET DIAPAUSES [1].

par L. Bonnemaison,

Chef de travaux à la Station centrale de Zoologie agricole.

## SOMMAIRE.

| | | Pages. |
|---|---|---|
| I. | Introduction | 19 |
| II. | Exemples de diapauses embryonnaires, larvaires, nymphales et imaginales | 21 |
| III. | Principales théories émises sur le phénomène de la diapause | 25 |
| IV. | Les arrêts de développement | 31 |
| V. | Les diapauses vraies | 37 |
| | A. Les trois phases de la diapause | 37 |
| | B. Les rythmes de développement | 44 |
| VI. | Importance du phénomène de la diapause en entomologie | 50 |
| VII. | Conclusions | 51 |

## I. Introduction.

Le cycle vital des insectes, de l'œuf à l'adulte, peut se dérouler de deux manières :

*a.* Le développement se fait d'une manière ininterrompue si l'animal est placé dans des conditions satisfaisantes de milieu; son organisme est soumis à une continuelle transformation consistant en un accroissement des tissus ou en un renouvellement de ceux-ci.

*b.* Ou bien, l'insecte évolue normalement pendant un certain temps, puis présente à un stade de sa vie, œuf, larve, nymphe, ou adulte, un ralentissement plus ou moins marqué de son métabolisme que l'on qualifie de « période de repos » ou de « torpeur ».

Dans les conditions normales d'existence, ces deux modes de développement peuvent s'observer chez le même insecte : un insecte présentant trois générations par exemple, pourra avoir deux générations du premier type et la troisième du second type.

[1] Les éléments essentiels de cette étude ont fait l'objet d'une Conférence donnée au Centre national de Recherches agronomiques le 2 mars 1944.

Cette particularité n'a pas échappé aux auteurs les plus anciens qui se sont bornés simplement à signaler les faits sans chercher à les expliquer.

Au cours de la vie embryonnaire des insectes, l'embryon effectue des déplacements (blastocinèse) consistant en un passage de la face ventrale à la face dorsale de l'œuf suivi d'un retour à la face ventrale; ces deux mouvements sont séparés par une période de repos que Wheeler a désigné en 1893 sous le terme de « diapause ».

En 1904, Henneguy donne une signification beaucoup plus large à ce mot; il l'emploie pour désigner toute période de repos se produisant à un stade quelconque de la vie de l'animal; suivant que celui-ci se produira chez l'œuf, la larve, la nymphe ou l'adulte, on le qualifiera de diapause embryonnaire, larvaire, nymphale ou imaginale.

Un certain nombre d'auteurs ont adopté ce point de vue et qualifient de diapause toute période de ralentissement dans le métabolisme de l'animal. C'est également dans ce sens que nous comprendrons le terme de diapause au cours de cette étude.

Ce phénomène physiologique s'observe non seulement chez les Insectes, mais aussi dans la plupart des embranchements du Règne animal et aussi parmi les végétaux.

Les graines, les tubercules, les rhizomes, les bulbes, les organes de fructification tels que les oospores, les basidiospores, les ascospores, etc., des champignons sont aussi des organismes en diapause; les botanistes européens n'emploient pas ce terme et qualifient cet état particulier de « période de sommeil », « de vie latente » ou de « vie ralentie »; celui-ci correspond généralement à une saison bien déterminée ou à des conditions de milieu très particulières. La cessation de cet état coïncide avec le début d'une saison nouvelle : saison chaude pour les régions à climat froid ou tempéré, saison des pluies pour les pays chauds. Mais si l'on cherche expérimentalement à provoquer la germination ou le développement prématuré de ces organes en les plaçant dans des conditions favorables de température et d'humidité, on aboutit fréquemment à des échecs. C'est un fait d'observation banale que bien des graines et en particulier celles des plantes adventices ne germent qu'au printemps, que les tubercules de pommes de terre ne produisent des germes bien constitués qu'à la fin de l'hiver, que les « organes de conservation » des champignons ne commencent leur développement qu'après les premières pluies printanières. Ceci montre qu'il existe chez les végétaux placés dans des conditions normales, une période de sommeil dont la durée varie de quelques jours à plusieurs mois. Cette période de vie latente peut être fortement écourtée si l'on soumet les plantes à l'action d'agents physiques (dessication, température basse ou élevée) ou d'agents chimiques (éther, chloroforme, camphre, acétone, etc.); ces opérations de « forçage » sont utilisées depuis longtemps par les fleuristes.

Le Règne animal offre des exemples nombreux de diapauses; mais les phénomènes sont évidemment plus compliqués par suite de la physiologie plus élevée des animaux, de leur motilité et de la plus grande variabilité des milieux qu'ils occupent. Ces périodes de repos s'observent à divers stades de développement des animaux : gemmules des Spongiaires, œuf d'hiver des Branchiopodes, « torpeur » de certains Nématodes (*Anguina tritici* Steinb.), des Vers de terre *Allobophora terrestris* Sar. et *A. longa* Ude (Avel 1929) des Rotifères, des Mollusques pulmonés terrestres.

Les Vertébrés offrent également des exemples de période de vie ralentie; celle-ci peut se produire non seulement en hiver (Marmotte) mais également en été : sommeil estival de certains Poissons (*Protopterus annectens*), Reptiles, Mammifères (*Ornithorhynchus, Echidna,* Hérisson du Sénégal).

Cependant, c'est parmi les Arthropodes et tout particulièrement les Insectes que l'on trouve les exemples de diapauses les plus nombreux et aussi les mieux étudiés.

Ce n'est qu'à partir de 1892 et surtout de 1922 que divers auteurs se sont attachés à analyser les diapauses et à en rechercher le déterminisme; les nombreux travaux qui y ont été consacrés ont montré que ce phénomène était beaucoup plus complexe que l'on ne le supposait.

On peut distinguer deux périodes bien distinctes dans l'interprétation du phénomène de la diapause; au cours de la première période, qui s'est étendue de 1922 à 1934, divers auteurs se sont efforcés de donner une thèse explicative générale des phénomènes de la diapause.

Dans la seconde période, les chercheurs, en raison de la multiplicité et de la contradiction fréquente des faits observés se sont limités à la description des expériences qu'ils ont réalisées. Il en résulte à l'heure actuelle une confusion extrême quant à la délimitation des facteurs intervenant tant dans le déclenchement que dans la rupture de la diapause.

Je n'ai pas la prétention de trancher les discussions relatives à cet important et intéressant phénomène; je me bornerai à récapituler rapidement les divers conceptions qui ont été formulées à son sujet puis à mettre en valeur les faits qui me paraissent les plus significatifs.

La connaissance des phénomènes qui président à la diapause est indispensable pour la compréhension de la biologie des insectes. Les exemples que je citerai seront surtout choisis parmi les insectes parasites des cultures [1]; ils montreront qu'en dépit des progrès considérables réalisés en Entomologie agricole depuis une cinquantaine d'années, bien des particularités présentées par ces ravageurs sont encore obscures.

## II. Exemples de diapauses embryonnaires, larvaires, nymphales et imaginales.

*Diapause embryonnaire.* — L'exemple le plus connu est celui du Ver à soie. Certaines races, dites «univoltines», ne présentent qu'une seule génération par an. Les œufs pondus à l'automne ne se développent pas immédiatement même s'ils sont placés dans un local suffisamment chaud pendant plusieurs mois. Duclaux a montré en 1876 que leur développement ne peut se poursuivre que s'ils sont maintenus à une température voisine de 0° pendant plusieurs mois. D'autres races dites «bivoltines» et «polyvoltines» ont 2, 3 ou 4 générations qui se succèdent pendant l'été. La période d'incubation de l'œuf qui est de dix mois chez les races univoltines n'est plus ici que de dix jours; il est

[1] La liste ci-dessous est destinée à donner une idée du grand nombre d'Insectes parasites des cultures chez lesquels la diapause semble exister. Il est à noter cependant que la plupart d'entre eux n'ont pas été soumis à l'expérimentation qui, seule, permet de déterminer la nature de la diapause et les facteurs qui la conditionnent.

*Coléoptères*, diapause imaginale : *Leptinotarsa decemlineata* Say; *Lilioceris merdigera* L.; *Colaspidema atrum* L.; *Lethrus apterus* Laxm *Anthonomus pomorum* L.; *Anthonomus spilotus* Redt.; *Anthonomus rubi* Herbst; *Anthonomus cinctus* Boheм.; *Capnodis tenebrionis* L. *Byturus tomentosus* F.; — diapause larvaire : *Agrilus sinuatus* Ol.; *Harpalus pubescens* Mull.

*Lépidoptères*, diapause nymphale : *Saturnia pyri* L.; *Porthesia similis* Fuess.; *Operophtera brumata* L.; *P. lychrosis botrana* Schiff.; *Clysia ambiguella* Hb.; *Acrolepia asseclella* L.; — diapause larvaire : *Aporia crataegi* L.; *Vanessa polychloros* L.; *Abraxas grossulariata* L.; *Arctia caja* L.; *Arctia villica* L.; *Euxoa segetum* Schiff.; *Euxoa tritici* L.; *Agrotis pronuba* L.; *Feltia exclamationis* L.; *Zeuzera pyrina* L.; *Trypanus cossus* L.; *Coleophora hemerobiella* Scop.; *Coleophora nigricella* Steph.; *Coleophora anatipenella* Hb.; *Hyponomeuta padella* L.! *Anarsia lineatella* Zell.; *Laspeyresia pomonella* L.; *Laspeyresia funebrana* Treits.; *Laspeyresia molesta* Busk.; *Laspeyresia woeberiana* Schiff.; *Laspeyresia splendana* Hb.; *Tortrix costana* F.; *Sparganothis pilleriana* Schiff.; *Pyrausta nubilalis* Hb.

*Hyménoptères*, diapause larvaire : *Hoplocampa testudinea* Kl.; *Hoplocampa flava* L.; *Hoplocampa minuta* Christ.; *Neurotoma flaviventris* Retz.; *Neurotoma nemoralis* L.; *Caliroa limacina* Retz.; *Pteronidea ribesii* Scop.; *Pristiphora pallipes* Lep.; *Ardis brunniventris* Htg.; *Ardis sulcata* Cam.; *Bruchophagus gibbus* Boh.

*Diptères*, diapause nymphale : *Contarinia pyrivora* Ril.; *Pegomyia betae* Curtis; *Platyparea poecilоptera* Schr.; — diapause larvaire : *Perrisia pyri* Bouché; *Mayetiola avenae* Marchal.

*Thysanoptères*, diapause nymphale : *Taeniothrips inconsequens* Uzel.

*Hémiptères*, diapause imaginale : *Stephanitis rhododendri* Horv.; *Philaenus spumarius* L.; *Psylla pyricola* Forst.; *Aonecia corni* F.; *Aspidiotus zonatus* Frauen.; *Aspidiotus ostreaeformis* Curtis.; *Epidiaspis pyricola* Sig...; — diapause larvaire : *Fulcanium corni* Bouché; *Eulecanium persicae* F.; *Pulvinaria vitis* L.; *Quadraspidiotus perniciosus* Comst.; — diapause embryonnaire : *Lepidosaphes ulmi* L.

*Orthoptères*, diapause imaginale : *Gryllotalpa gryllotalpa* L.; *Locusta migratoria* L.; *Schistocerca gregaria* Forsk.; — diapause embryonnaire : *Locusta migratoria* L.; *Dociostaurus maroccanus* Thumb.

à remarquer cependant qu'à ces générations d'été à développement accéléré fait obligatoirement suite une génération hivernale à diapause embryonnaire.

La Tordeuse *Cacœcia rosana* L. (*Tortricidae*) dont la chenille ronge les feuilles de divers arbres fruitiers (Cognassier, Poirier, Prunier, Pommier) ne présente qu'une seule génération annuelle. La femelle dépose, fin juin début de juillet ses œufs en amas sur les écorces des arbres. Le développement embryonnaire commence quelques jours après la ponte puis entre en diapause, peu de temps après la formation de la bande germina-

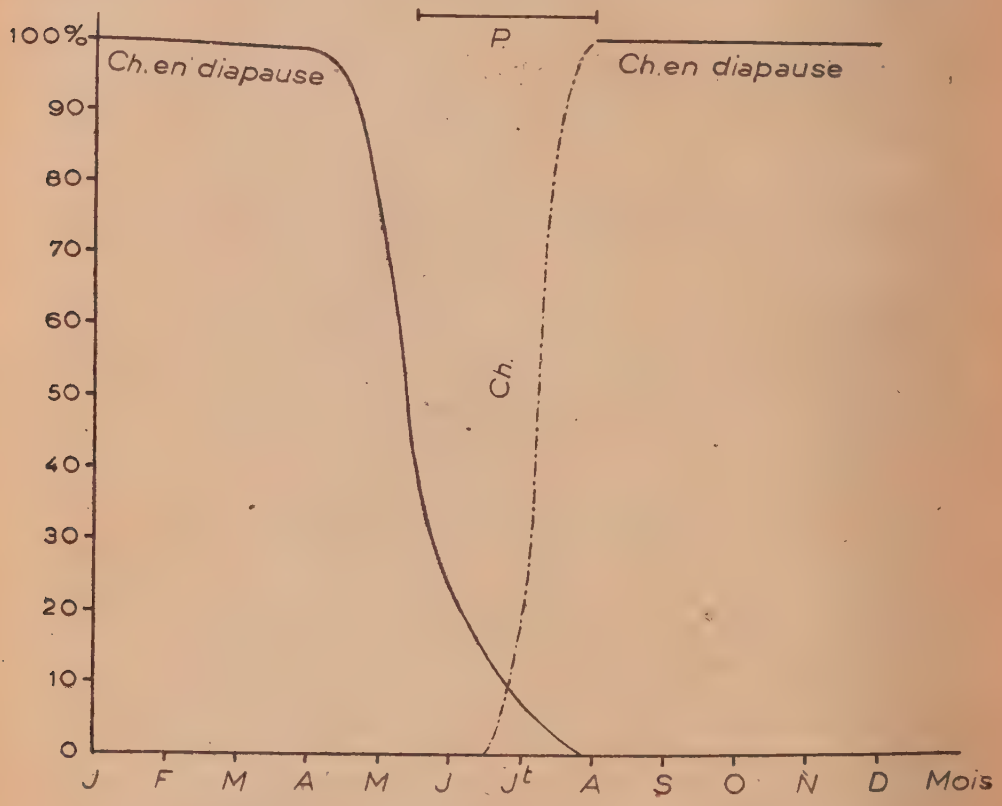



Fig. 1. — Pourcentage de chenilles du Carpocapse en diapause dans la région parisienne au cours de l'année. — P. papillons, Ch. chenilles en cours de développement.

tive. Cette diapause se poursuit pendant toute la belle saison et l'hiver et ne cesse qu'en mars, soit au bout de près de neuf mois.

*Diapause larvaire. Dans la région parisienne,* le cycle du Carpocapse est le suivant (fig. 1): les papillons apparaissent de la deuxième quinzaine de mai à la mi-août; la ponte commence au début de juin; les chenilles éclosent dix jours après la ponte, subissent plusieurs mues et arrivées au terme de leur croissance (5e stade larvaire) s'entourent d'un cocon fourré ou « *hibernaculum* ». Elles cessent dès lors de prendre toute nourriture et restent immobiles; elles ne sont cependant pas en léthargie car si l'on déchire l'*hibernaculum,* la larve le répare immédiatement.

La chenille restera dans cet état jusqu'aux mois d'avril-mai de l'année suivante, bien qu'à l'époque où elle entre en diapause (août), la température soit encore très élevée. La

nymphose ne se produit pas simultanément pour toutes les chenilles mais s'échelonne du 15 avril au début d'août soit sur une période de plus de trois mois et demi (Balachowsky et Viennot Bourgin, 1939).

*Dans la région lyonnaise,* le cycle est plus compliqué ; les papillons et les larves apparaissent sensiblement à la même date que dans l'Ile de France, mais ainsi que j'ai pu l'observer en 1937, 1938, 1939, en moyenne 30 p. 100 seulement des chenilles entrent en

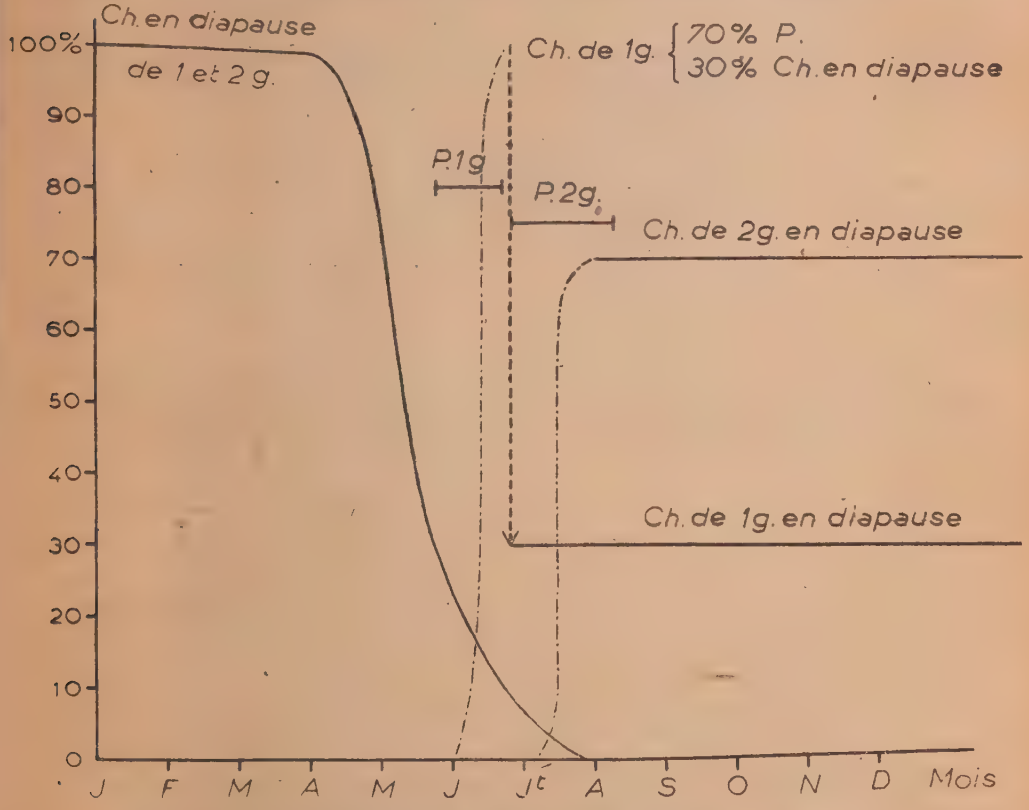



Fig. 2. — Pourcentage de chenilles du Carpocapse en diapause dans la région lyonnaise au cours des différents mois de l'année.

P 1g, P 2g ; papillons de 1re et de 2e génération. Dans cet exemple les chenilles qui se sont développées pendant le mois de juin sont entrées en diapause dans une proportion de 30 0/0. Les autres se sont chrysalidées et ont donné des papillons de 2e génération.

diapause ; les autres se nymphosent dès la fin de leur développement larvaire et donnent naissance à des larves qui entrent en diapause au début d'août (fig. 2).

Nous voyons donc que pour une même espèce, la biologie peut être bien différente en deux régions où les conditions de milieu présentent de grandes similitudes. En réalité il n'y a pas une distinction aussi nette ; dans la moitié septentrionale de la France, une seconde génération larvaire apparait assez fréquemment mais elle est toujours peu importante (1 à 10 p. 100 des chenilles de la première génération larvaire).

Quelques chenilles peuvent rester en diapause pendant deux ans, mais elles meurent généralement au moment de la nymphose ou de l'éclosion.

*Diapause nymphale.* — Elle est assez fréquente chez les Lépidoptères. Un bon exemple en est fourni par la Cheimatobie (*Operophtera brumata* L.) et le Grand Paon de nuit (*Saturnia pyri* L.). Les chenilles naissent au début d'avril pour la première espèce, au début de mai pour la seconde; la chrysalidation a lieu à partir du mois de juin. L'adulte n'apparaît qu'en novembre pour la Cheimatobie et seulement au début d'avril de l'année suivante pour *Saturnia pyri* L.

*Diapause imaginale.* — L'Anthonome du Pommier (*Anthonomus pomorum* L.) apparaît

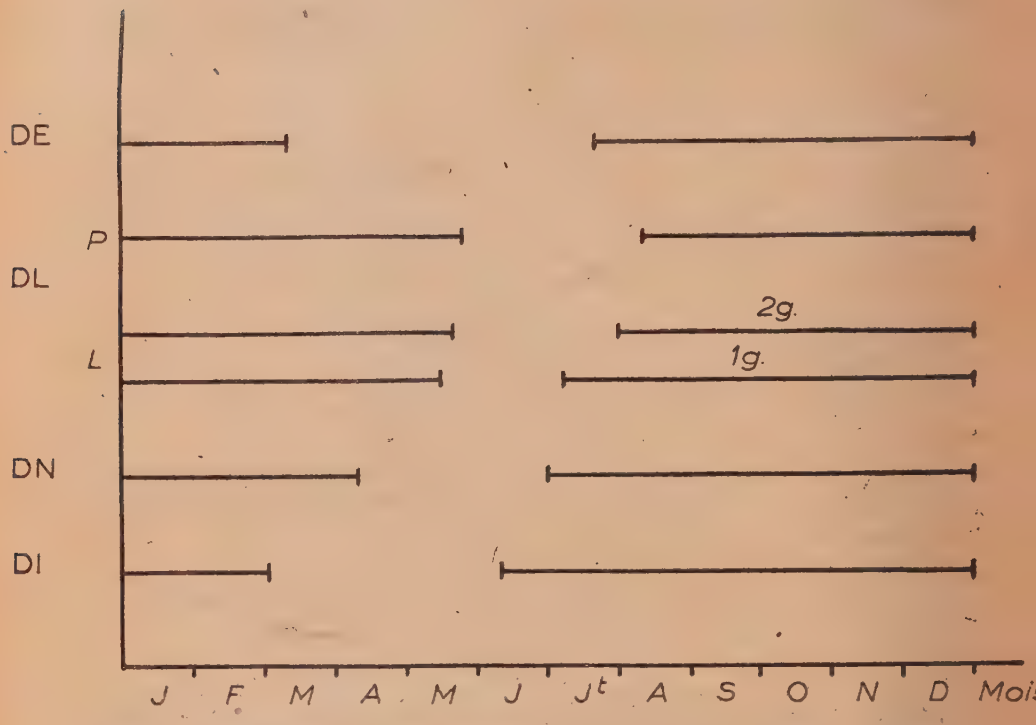



Fig. 3. — Schéma montrant les diverses périodes au cours desquelles se manifeste la diapause. On voit que celle-ci peut se produire à toute époque de l'année.

DE. — Diapause embryonnaire de *Cacœcia rosana* L;
DL. — Diapause larvaire de *Laspeyresia pomonella* L;
P. — Région parisienne;
L. — Région lyonnaise;
DN. — Diapause nymphale du *Saturnia pyri* L;
DI. — Diapause imaginale d'*Anthonomus pomorum* L.

dans la deuxième quinzaine de mai. Il manifeste une certaine activité pendant quelques jours, ronge le parenchyme des feuilles de Pommier puis se réfugie sous les écorces des arbres, les mousses, les lichens et les pierres où il demeure immobile pendant tout l'été, l'automne et l'hiver jusqu'au début de mars; à cette époque, il mange abondamment et ne tarde pas à pondre.

Un autre exemple classique est fourni par le Doryphore (*Leptinotarsa decemlineata* Say). Les adultes d'été provenant des pontes effectuées par les Doryphores hivernants apparaissent dans la région parisienne au début de la deuxième quinzaine de juillet et rongent

avec avidité les feuilles de pommes de terre. Si les conditions de milieu du moment sont favorables, ils peuvent pondre au bout de 2 à 3 semaines mais l'immense majorité d'entre eux s'enfoncent en terre et restent en diapause jusqu'au printemps suivant. Dans les régions méridionales, une proportion importante des adultes de première génération, variable suivant les facteurs du milieu, donne naissance à une seconde génération d'adultes qui entrent en diapause à l'automne.

Le Criquet égyptien (*Orthacanthacris aegyptia* L.) étudié par P. P. Grasse (1922) présente deux périodes d'accouplement : la première a lieu en octobre-novembre, la seconde de la mi-mars à juillet. L'insecte hiverne à l'état adulte et la ponte n'a lieu qu'en mai et juin. Ces insectes mis en élevage le 11 novembre dans une étuve à 30° maintenue constamment humide, consomment beaucoup de nourriture, mais des dissections effectuées le 26 décembre, le 10 janvier, les 5 et 8 février, le 25 mars, montrent que les ovocytes de ces sujets ne sont pas plus développés que ceux des insectes trouvés aux mêmes dates en plein air; et cela, malgré une accumulation extrêmement abondante du corps adipeux chez les insectes élevés en étuve.

### III. Principales théories émises sur le phénomène de la Diapause.

Ainsi que je l'ai mentionné précédemment, divers chercheurs ont essayé de donner dans la période s'étendant de 1896 à 1933-1934, une conception générale des phénomènes de diapause. Je me bornerai à donner ici l'essentiel de ces théories; afin d'en faciliter l'exposé, j'ai été amené à grouper sous un titre général des thèses qui diffèrent par des points relativement peu importants.

#### 1. La diapause est due à une intoxication par des substances de déchets.

K. Sajo (1896) explique la période de torpeur estivale de la Chrysomèle *Entomoscelis adonidis* Pall., par l'accumulation de substances toxiques chez l'insecte; ces substances seraient ensuite peu à peu détruites pendant la période de repos et l'animal reprendrait une vie active dès que leur élimination serait terminée.

Cette idée a été reprise et largement développée par E. Roubaud. A la suite de recherches portant sur les Diptères, E. Roubaud (1922) distingue deux groupes d'insectes :

*a. Insectes homodynames.* Ce sont les insectes dont les générations peuvent se succéder sans arrêt et sans présenter de périodes de repos tant que les conditions de milieu restent favorables. Si celles-ci au contraire ne concordent pas avec les besoins minima de l'animal (froid, sécheresse, déficience alimentaire), le développement est arrêté mais il reprend dès que les facteurs agissants redeviennent favorables; la Drosophile, la Mouche domestique, le Stomoxe entrent dans cette catégorie. Suivant le terme même de Roubaud, ces espèces sont par essence *infatigables*.

*b. Insectes hétérodynames.* Chez les Insectes appartenant à cet autre type il se produit dans le courant de l'année et à un stade donné, variable suivant l'espèce, un arrêt de croissance prolongé, indépendant des conditions extérieures.

Chez une même espèce, une génération hétérodyname peut alterner avec une ou plusieurs générations homodynames. Roubaud cite comme Muscides appartenant à ce groupe la Mouche verte (*Lucilia sericata* Meig.) le Sarcophage de la viande (*Sarcophaga faculata* Pand.) l'Anthomyide *Mydæa platyptera* Zetta, les Tachinaires entomobies, etc. Au contraire des espèces homodynames, ces insectes sont par essence *fatigables*; il se produirait une

sorte de fatigue du développement (*asthénobiose*) qui se manifesterait plus ou moins rapidement suivant les espèces. Le cas le plus simple est fourni par *Mydæa platyptera* Zett, qui ne présente que deux générations par an. Ces insectes hivernent à l'état de larves en diapause et donnent naissance au printemps à des adultes. Ceux-ci s'accouplent et pondent. Les œufs donnent naissance à des larves qui ont un développement normal jusqu'au dernier stade larvaire; elles entrent alors en diapause jusqu'au printemps suivant. Si on élève dans une étuve réglée à 22° les larves ayant hiverné, on obtient des adultes au bout d'une vingtaine de jours; ces adultes donnent naissance à des larves qui tout comme celles observées dans la nature, n'évoluent pas au delà du dernier stade larvaire bien que la température soit maintenue à 22°.

La période d'inertie correspondant à la diapause peut être facilement rompue chez la larve de *Lucilia sericata* par diverses excitations : saignée, brûlures, centrifugation, variations d'humidité, action brusque d'une température élevée, alors qu'une température d'été continue (20-22° C) appliquée à ces mêmes larves ne provoque aucune réaction.

Chez la pupe de *Sarcophaga faculata*, la larve de *Mydæa platyptera*, ces mêmes excitants se révèlent inopérants. Par contre, chez tous les Muscides, l'action continue et ménagée du froid provoque la rupture de la période de repos; l'anhydrobiose a un effet beaucoup plus réduit; la lumière n'a aucune action.

E. Roubaud a constaté chez les larves des Muscides *Sarcophaga faculata* et *Mydæa platyptera*, en période préhibernale, une accumulation considérable d'urates dans les cellules adipeuses; à la fin de la période d'hibernation le tissu adipeux est presque complètement libéré des urates qui ont gagné les tubes de Malpighi. La période de repos hibernal, ou le séjour à la glacière dans les essais de rupture expérimentale de la diapause, en provoquant l'élimination de l'organisme des produits d'excrétion qui le surchargeaient produirait selon l'expression de Roubaud une «épuration physiologique» jouant le rôle de facteur de rajeunissement et permettant aux larves de reprendre leur développement. Ces substances d'excrétion seraient de nature variable suivant les espèces : c'est ainsi que pour les *Stegomyia*, ce seraient des carbonates d'ammoniaque, de calcium ou de la guanine (Roubaud 1928).

De ses recherches sur les Muscides, Roubaud conclut que le phénomène de diapause dépend uniquement de causes internes, d'un état physiologique particulier (asthénobiose) d'allure rythmique consécutive à l'accumulation de substances d'excrétion. Cette accumulation de substances se ferait peu à peu à partir de la première génération printanière et ces excrétats seraient transmis d'une génération à l'autre; il arriverait donc un moment où les larves, ou les nymphes, seraient intoxiquées par ces déchets organiques, ce qui se traduirait par l'asthénobiose; celle-ci ne peut être combattue que par une période de repos prolongée, réalisée soit par une température relativement basse athermobiose) pouvant être chez quelques espèces bien supérieure à 0°, soit par le dessèchement (anhydrobiose); durant cette période, tous les échanges nutritifs sont suspendus; il ne persiste que le mécanisme de l'excrétion.

A l'appui de sa théorie Roubaud cite de nombreuses expériences se rapportant toutes des Diptères; je n'en retiendrai que deux relatives à des Moustiques.

Les larves d'*Aedes argenteus* Poiret élevées dans de l'eau renfermant les produits habituellement excrétés par l'Insecte (guanine, carbonate d'ammoniaque, carbonate de chaux) présentent un stade de diapause au cours de leur développement et les femelles auxquelles elles donnent naissance, se caractérisent par un retard dans la maturité des ovaires. La larve d'un autre moustique, *Anopheles plumbeus* Haliday et Stephens, hiverne

à l'état de larve en diapause. Cette diapause peut atteindre près d'un an dans certains cas alors que les larves des générations printanières effectuent leur cycle en une vingtaine de jours.

L'élevage des femelles d'*A. plumbeus* issues de larves hivernantes, c'est-à-dire d'insectes dont l'organisme est exempt de produits d'excrétion permet de constater dans leur descendance les faits suivants : les premières pontes donnent naissance à des larves « actives » qui accomplissent leur évolution totale en 20 jours; ces mêmes femelles contraintes artificiellement à effectuer une ponte tardive donnent naissance à une proportion importante de larves qui restent en diapause jusqu'à la première période hivernale, soit pendant cinq à six mois. Roubaud explique ce phénomène par le vieillissement des femelles qui engendrent des œufs chargés de substances d'excrétion agissant comme éléments inhibiteurs du développement.

Cette conception a été reprise sous une forme plus ou moins modifiée par d'autres chercheurs qui expliquent la variation du nombre de générations d'une même espèce par la production en quantités variables d'une substance inhibitrice appelée « latenzstoffe » par les Allemands (Goldschmidt (1927), Bodine [1932), « diapause-factor » par les anglo-saxons.

Cette substance s'accumule chez l'animal avec une rapidité différente suivant les espèces et les races; chez certains la production de cette substance serait intense et serait suffisante pour provoquer la diapause dès la première génération; chez d'autres elle serait plus lente et son action ne se ferait effectivement sentir qu'à la deuxième ou troisième génération. Selon Bodine, la diapause dépendrait d'une substance $x$ qui serait antagoniste d'un facteur $a$ organogénétique.

Cette substance inhibitrice serait graduellement détruite par l'exposition aux basses températures et comme dans l'hypothèse de Roubaud sa disparition permettrait la reprise du développement.

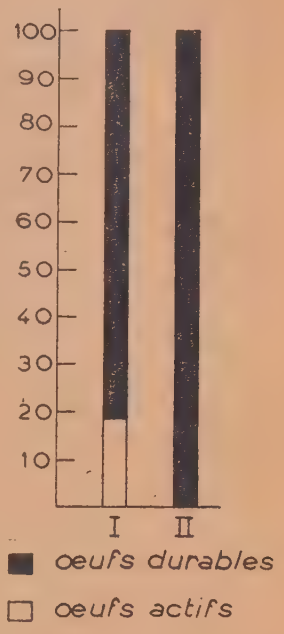



Fig. 4. — Effet de la rétention de la ponte chez les femelles d'*Aedes argenteus* Poiret sur la production des œufs durables.

I. Pontes normales renfermant 19 0/0 d'œufs actifs ;

II. Pontes après un retard de 15 jours : disparition complète des œufs actifs (d'après E. Roubaud, 1929).

### 2. La diapause est la manifestation d'un rythme de développement.

Selon A. Pictet (1905-1913), M. Decoppet (1920), J. Heller (1926), la diapause résulte d'un rythme héréditaire acquis par diverses espèces sous l'action plus ou moins marquée des conditions de milieu. La diapause correspondant à un stade de résistance particulier aux conditions climatiques défavorables, les individus qui n'en présenteraient pas seraient peu à peu éliminés. Decoppet a étudié les « races » de *Melolontha melolontha* L. dont le développement complet demande trois ou quatre ans en différentes régions de l'Europe; il en conclut que l'on a affaire à des races biologiques bien fixées sur lesquelles les variations climatiques de l'année n'ont pas d'action. Zweigelt (1928) a vivement critiqué la théorie de Decoppet.

Heller a étudié le métabolisme gazeux des chrysalides de Lépidoptères. Les recherches ont été réalisées sur *Celerio euphorbiae* L. qui présente le plus souvent une génération par an; la nymphose se produit en août-septembre et la chrysalide entre en diapause jusqu'au printemps suivant. Cependant il y a toujours un certain nombre de chenilles qui se chrysalident plus tôt et se développent sans présenter de diapause. A la suite d'élevages individuels poursuivis pendant plusieurs générations, Heller déclare que le développement ne peut pas être influencé par la température.

K. W. Babcock (1924-1927), Uvarov (1928-1929), attribuent la diapause aux conditions de milieu sur lesquelles vient se superposer un certain rythme de développement qui aurait été acquis par l'espèce sous l'influence de la répétition des saisons.

Babcock a effectué ses recherches sur un Lépidoptère, la Pyrale du Maïs, (*Pyrausta nubilalis* Hb.) dont il a suivi le développement en diverses régions à conditions climatiques différentes. En transportant des individus prélevés dans une région où la Pyrale présente deux générations dans une autre où elle n'en présente plus qu'une seule, il a pu au bout de plusieurs générations transformer les descendants de la « race » bivoltine en insectes univoltins, c'est-à-dire présentant une diapause à chaque génération. Babcock remarque que plusieurs années sont nécessaires pour l'accomplissement de cette évolution et qu'au début l'insecte garde son rythme initial de développement.

G. W. Barber (1925) a procédé à des études du même ordre sur le même insecte. En Nouvelle-Angleterre, *Pyrausta nubilalis* présente en partie deux générations par an alors qu'il n'en présente qu'une dans les territoires situés autour de New-York. Des chenilles provenant de ces deux régions ont été placées dans le Massachusetts où la Pyrale n'a qu'une génération par an. Les élevages ont été suivis pendant quatre ans et Barber a constaté que les dates de vol des papillons dans les cages coïncidaient avec les dates observéess normalement dans les régions d'origine. Les papillons provenant de New-York ont continué à ne donner qu'une génération, ce qui semblerait montrer que les conditions climatiques du Massachusetts, favorables au développement d'une deuxième génération, n'ont eu aucune action sur les papillons originaires de New-York.

Ces résultats n'infirment pas la thèse de Babcok; ils montrent que le passage de la race à une génération à la race à deux générations, s'il est possible, exige un séjour d'un grand nombre d'années, et qu'il est plus difficilement réalisable que la transformation de la race bivoltine en race univoltine.

On peut citer dans le même ordre d'idées, les expériences de Pictet (1923); cet auteur nourrit des chenilles de *Lasiocampa quercus* L. élevées à une température constante de 22° pendant 6 générations successives; à la première génération toutes les chenilles entrent en torpeur comme cela se passe dans la nature. A la cinquième génération, 52 p. 100 des chenilles sont inactives durant un mois et 18,7 p. 100 seulement se développent d'une manière continue. A la sixième génération, toutes les chenilles évoluent sans présenter un arrêt du métabolisme. On peut de cette manière obtenir des papillons à n'importe quel moment de l'année alors que l'époque normale d'apparition des adultes se produit dans le courant des mois de juillet et d'août. Il est cependant important de noter que la moitié environ des adultes continue à manifester une tendance très nette à éclore à l'époque normale.

### 3. La diapause dépend uniquement des conditions de milieu.

G. Cousin (1932) a étudié les phénomènes de diapause en procédant à des élevages réalisés dans des conditions très précises. Ses recherches ont porté sur trois Diptères : *Lucilia sericata* Meig, *Phormia grœndlandica* Zett, *Calliphora erytrocephala* Meig et un Hymé-

noptère : *Mormoniella vitripennis* Walk. L'étude des facteurs de développement de ces espèces a permis d'obtenir expérimentalement des diapauses, de provoquer à volonté leur rupture ou d'éviter leur déclenchement. Mlle Cousin a pu élever plus de 80 générations successives de *Lucilia sericata*, espèce considérée comme hétérodyname sans observer de diapause.

Il n'y a pas de diapause mais des états de diapause se traduisant tous par un ralentissement du métabolisme et une cessation d'activité. A l'appui de ces affirmations, Mlle Cousin a rassemblé un certain nombre de faits observés par différents chercheurs et par elle-même : les diapauses peuvent être provoquées par un froid modéré, par un froid intense, par la chaleur, la sécheresse, l'humidité, par un régime alimentaire anormal ou par le séjour dans un milieu asphyxique.

*a. Froid modéré.* Si l'on soumet des insectes à une température moyennement basse et variable suivant les espèces, il se produit un ralentissement du métabolisme respiratoire; celui-ci redevient normal dès que la température augmente. La température à laquelle l'insecte entre en état de diapause est voisine du seuil de développement si aucune autre action défavorable ne s'exerce sur l'animal.

La diapause peut être rompue par un choc thermique résultant d'une élévation brutale de température. L'importance des réactions provoquées par le choc thermique dépend de l'intensité du froid à laquelle l'animal a été soumis, de la durée de la diapause, de l'espèce et du stade auquel la période de froid a été appliquée.

*b. Froid intense.* Chez *Lucilia sericata*, la mortalité ou la diapause durable sont d'autant plus fréquentes, à la suite d'une exposition à une température proche de 0°, que la larve se trouve à une période où le métabolisme est intense, ce qui correspond à une hydratation élevée des tissus; elles sont d'autant plus faibles, après une exposition à une température de 0° ou très inférieure à 0°, que la larve se trouve à une période où le métabolisme est peu intense (période correspondant à une faible teneur en eau des tissus).

*c. Chaleur.* Certains insectes entrent en état de diapause lorsqu'ils sont élevés à une haute température (43° pour *Lucilia sericata* au stade prénymphal); cependant il en est qui n'entrent pas en diapause et dont l'évolution reprend dès qu'ils sont placés dans des conditions normales.

d. *Sécheresse et humidité excessive.* Les insectes peuvent perdre d'une manière progressive une quantité d'eau assez importante; cette quantité varie beaucoup suivant les espèces et suivant le stade (la larve de *Lucilia sericata* est beaucoup plus résistante que l'adulte).

L'humidité excessive peut provoquer chez *Lucilia sericata* un état de diapause qui cesse quand la mouche est placée dans un milieu d'humidité moyenne.

e. *Régime alimentaire anormal et séjour dans un milieu asphyxique.* G. Cousin a fait sur *L. sericata* et *Mormoniella vitripennis* des observations analogues à celles de Roubaud sur *Aedes argenteus*. Les larves de *L. vitripennis* recevant une nourriture normale se développent d'une manière ininterrompue, mais si les larves reçoivent une alimentation déficiente, elles peuvent entrer en diapause pendant plusieurs mois et même plusieurs années.

A la suite de ses travaux, Mlle Cousin en arrive aux conclusions suivantes :

— La distinction entre espèces homodynames et espèces hétérodynames ne mérite pas d'être maintenue.

— La diapause n'est ni nécessaire, ni obligatoire chez les Insectes. Connaissant les conditions de développement de l'insecte considéré, on peut toujours l'éviter expérimentalement ou la rompre.

— L'action retardatrice d'un facteur sur le développement normal ne se manifeste pas toujours par une diapause immédiate : celle-ci peut survenir après un temps variable souvent même à une période ultérieure du cycle de l'insecte.

— Il n'existe pas de rythme héréditairement acquis et la diapause est toujours fonction des conditions climatiques défavorables.

### 4. La diapause est due a des facteurs génétiques.

Selon Goldsmith (1927-1932), la diapause dépend de la constitution génétique de animaux; cet auteur a cru pouvoir mettre en évidence des gènes modifiant la durée de l diapause.

Schmieder a signalé récemment (1939) un exemple particulièrement typique. U Ichneumonide, *Sphecophaga burra*, parasite des nymphes de *Vespa maculata*, possède deu sortes de larves : les unes qui ont des épines accusées, se nymphosent dans des cocon bruns et subissent une diapause jusqu'au printemps suivant; les autres à soies mince se fabriquent des cocons blancs et se transforment immédiatement sans présenter de dia pause; les deux sortes de larves s'observent dans la descendance d'une même femelle dans quatre nids de l'espèce-hôte, il a été compté 99 cocons bruns et 47 cocons blancs

Nous avons vu qu'il existe des races de Ver à soie univoltines et d'autres polyvoltines ces caractères se transmettent avec une très grande netteté; ils sont en quelque sort héréditaires mais si l'on croise une race univoltine avec une race polyvoltine, il n'y a pa une ségrégation nette des caractères. De plus, si l'on transplante les ovaires d'une rac à la place de ceux d'une autre race, pendant la période larvaire, les œufs de ces ovaire montrent toujours le voltinisme de leur nouvel hôte.

W. Epstein (1930) a montré que le voltinisme du Ver à soie dépend non seulement d la femelle à laquelle on greffe les ovaires, mais aussi du sang; ce dernier fait ne peut êtr expliqué par les variations du pH de l'hémolymphe, les fluctuations observées étant très faibles et le maximum ayant lieu un peu avant la pupaison. Il semble donc, qu'en ce qu concerne le phénomène de la diapause, les facteurs agissants résident dans les cellule somatiques de la mère et non dans les cellules germinales.

De toute manière, si la constitution génétique peut expliquer certains cas, elle ne peu raisonnablement être invoquée pour l'immense majorité des cas de diapauses observés

### 5. La diapause est en corrélation avec un arrêt de l'évolution des gonades.

Parker et Thompson (1927) ont procédé à l'étude histologique des gonades des chenille de la Pyrale du Maïs. Ils ont constaté que les chenilles mâles entrant en diapause se carac térisent par un ralentissement marqué de l'évolution des gonades. Au cours de la dia pause, ces gonades évoluent et la reprise du métabolisme normal de la chenille corres pond à l'achèvement du développement des gonades. Dans les « races » bivoltines d Pyrale du Maïs, on constate chez les chenilles de la génération évoluant sans présente de diapause que les gonades mâles évoluent parallèlement aux tissus somatiques de larves. Il y a donc là, une curieuse différence dans le comportement physiologique de chenilles des deux générations.

Cela ne veut pas dire que l'état des gonades conditionne la diapause; il doit êtr considéré, me semble-t-il, comme un ensemble plus sensible que les autres qui mani-

feste d'une manière plus précoce le ralentissement du métabolisme qui affectera ultérieurement tout l'organisme de l'animal.

Par ailleurs G. Cousin n'a pas observé chez *Lucilia sericata* de différences dans l'évolution des gonades chez les larves qui, en raison des conditions d'élevage, évoluent d'une manière continue et chez celles qui allaient présenter une diapause.

### 6. La diapause résulte d'une diminution d'activité des enzymes dans les tissus.

Selon Townsend (1926) la cessation de la diapause avec la chenille du Carpocapse, (*Laspeyresia pomonella* L.), est hâtée par une augmentation de la teneur en eau des tissus qui permettrait l'action d'enzymes agissant à des températures comprises entre 0 et 22°, l'optimum étant situé autour de 10° [1]. L'humidité et la basse température nécessaires aux enzymes sont réalisées pendant la période hivernale et post-hivernale, ce qui expliquerait la reprise de l'activité au printemps. Townsend admet que le pH des tissus peut également intervenir.

Spooner (1927) a observé que les chenilles de Carpocapse qui se chrysalident sont plus riches en catalase que celles qui restent en diapause; la quantité de catalase augmente progressivement dans la période qui précède la cessation de la diapause.

Cette variabilité d'action des enzymes est intéressante mais elle me paraît être plutôt la manifestation de la rupture du début de la diapause que l'agent actif. Il est à remarquer que dans les régions où le Carpocapse présente une deuxième génération partielle, la chrysalidation des chenilles de première génération s'opère à une température bien supérieure à celle de l'optimum d'action des enzymes.

Dans ce cas, et à la suite des travaux de Bischop (1923), Townsend explique l'autolyse par une augmentation de l'acidité.

### 7. La diapause est attribuable à l'absence temporaire de facteurs ou d'hormones nécessaires au maintien de la croissance.

Wigglesworth (1933, 1934, 1936) a mis en évidence chez une Punaise hématophage du genre *Rhodnius*, que les arrêts de croissance sont dus à un manque d'hormones; il suggère, que la diapause pourrait également résulter d'une absence temporaire d'hormones (1939).

## IV. Les arrêts de développement.

E. Roubaud (1930, 1932) distingue :

1° La *diapause vraie* qui se caractérise par un arrêt du métabolisme de l'insecte se produisant d'une manière spontanée, l'animal étant placé dans des conditions de milieu qui permettent normalement son développement; cette diapause n'est rompue que par l'application d'excitants énergiques, et plus fréquemment, à l'action prolongée du froid (athermobiose) ou du dessèchement (anhydrobiose), qui produisent l'épuration physiologique de l'organisme. Cette diapause caractérise les organismes hétérodynames.

2° La *pseudo-diapause* qui est un simple arrêt métabolique provoqué par l'action d'un ou plusieurs facteurs défavorables au développement : froid, sécheresse, alimentation

[1] R. Chauvin (1943) a émis l'hypothèse que le froid aurait une action favorable sur l'évolution de l'œuf du Phaneroptère, en permettant la formation de substances (diastases?) assurant un développement normal. La thermolabilité de ces substances expliquerait l'action défavorable de la chaleur à ce stade.

déficiente. Cet état cesse dès que ces facteurs inhibiteurs disparaissent et est le propre des espèces homodynames.

Les recherches poursuivies par E. Roubaud (1929) sur le moustique de la fièvre jaune, *Aedes argenteus* Poiret, l'ont amené à appeler *diapause primaire*, la diapause du type normal qui affecte les larves d'Aédines à l'intérieur de l'œuf durable, par opposition à la *diapause secondaire* se produisant chez les larves élevées dans un milieu riche en substances azotées excrétées normalement au cours de la vie larvaire.

G. Cousin (1932) qualifie de *diapause* « tous les arrêts d'activité et d'évolution accompagnés d'un ralentissement du métabolisme, qu'elles qu'en soient les causes déterminantes ». Cependant, afin d'apporter quelque précision à ce terme, elle suggère d'indiquer la cause originelle du phénomène (froid, chaleur, sécheresse, diapause saisonnière, etc.). En ce qui concerne la diapause saisonnière, elle distingue deux grandes catégories parmi les Insectes : ceux ayant plusieurs générations par an (espèces polyvoltines) et ceux ne présentant qu'une seule génération annuelle (espèces univoltines).

Steinberg et Kamensky (1936) établissent une distinction entre la *diapause obligatoire* « arrêt du développement morphogénétique qui se manifeste régulièrement dans toutes « les générations » et la « *diapause facultative* » qui ne se produit pas chez toutes les générations de l'espèce » et qui « se manifeste dans ce cas comme une réaction physiologique « de l'organisme contre tel ou autre complexe d'influences extérieures ou internes ».

E. Brumpt (1936) reconnait deux grandes catégories de diapauses; les *diapauses obligatoires* « qui tiennent à la nature de l'espèce animale ou d'une race particulière de cette « espèce et ne peuvent être rompues par divers facteurs physico-chimiques » et les *diapauses conditionnelles* » qui se produisent normalement à certaines saisons ou au cours de « certaines phases évolutives et ont pour effet de favoriser la résistance des animaux à des « conditions climatiques peu favorables à la conservation de l'espèce » [1].

Shelford (1929) établit une distinction entre l'état où le métabolisme de l'animal est ralenti par suite de conditions défavorables (quiescent states) et celui où le développement est spontanément arrêté (dormancy).

Le terme de « dormancy » selon Shelford, ne doit être utilisé que pour désigner un état qui ne cesse que lorsque certains changements de caractère physico-chimique se sont produits, tels que l'absorption d'eau, la production de certaines enzymes, l'excrétion d'urates, etc., ou encore un état de sommeil ou d'inanition dans lequel les processus physiologiques normaux de l'animal « actif » sont remplacés par d'autres en différant d'une manière caractéristique.

Wigglesworth (1939) établit la séparation entre l'*arrêt de développement* qui est sous la dépendance directe des facteurs externes défavorables et la *diapause* qui se produit d'une manière plus ou moins indépendante de ceux-ci.

C'est cette dernière terminologie qui me paraît la préférable; évidemment, comme pour la plupart des définitions relatives à des phénomènes biologiques, cette distinction sera parfois subtile; je ne considère d'ailleurs pas ces termes comme étant nettement opposés mais plutôt comme des appellations de cas extrêmes entre lesquels existe toute une série d'intermédiaires.

Dans ces conditions, on peut définir l'*arrêt de développement* comme étant le ralentissement du métabolisme d'un être vivant qui se produit sous l'influence d'une ou plusieurs conditions de milieu défavorables (froid, chaleur, sécheresse, humidité excessive

[1] Baumpt (1936) qualifie de *diapause trophique virginale* une diapause particulière aux Ixodinés. Chez ces animaux, la femelle non fécondée se gorge de sang pendant quatre jours mais ne peut compléter son repas qu'après fécondation par un mâle de la même espèce.

déficience alimentaire, lumière, intoxication, asphyxie, etc.) et qui cesse dans un délai relativement rapide, variable suivant les espèces, dès que l'organisme est placé dans des conditions satisfaisantes.

Le terme de *diapause vraie* sera réservé au ralentissement du métabolisme provoqué par des agents variés, ralentissement qui n'est rompu que par l'action brutale de facteurs physico-chimiques ou par un séjour d'assez longue durée dans un milieu dont un ou plusieurs composants diffèrent notablement de ceux inhérents au développement normal de l'espèce étudiée.

Seule une expérimentation méthodique permettra de déceler à quelle catégorie appartient l'être étudié; tant que celle-ci ne sera pas déterminée, le terme de *diapause* pourra être employé dans sons sens le plus large, selon la définition donnée par Henneguy et ainsi que l'entend Mlle Cousin.

Parmi les facteurs provoquant l'arrêt de développement, les plus étudiés sont la température, l'état hygrométrique, l'alimentation, le séjour dans un milieu toxique ou asphyxique.

Pour beaucoup d'auteurs, la température est le facteur primordial. Il est évident que le développement des animaux ne peut se produire qu'entre certaines limites de température essentiellement variables suivant les espèces (Uvarov, 1931). Le seuil de développement est bien connu pour quelques espèces; il est d'ailleurs facile à établir par la représentation graphique de l'inverse de l'hyperbole établissant la relation entre la température et le développement. Ce seuil théorique diffère parfois quelque peu du seuil pratique (Cousin, 1932).

L'abaissement de la température à l'automne provoque l'hivernation d'un grand nombre d'insectes et les températures élevées de l'été ralentissent ou arrêtent temporairement l'activité d'un petit nombre d'entre eux. Dans la majeure partie de l'année, sous les climats tempérés, la température reste supérieure au seuil de développement et inférieure à la température maximum, et somme toute, pendant cette période, son rôle est assez effacé.

De par sa variabilité, suivant les mois et les années, l'humidité joue dans la nature un rôle beaucoup plus marqué.

La fin normale de l'hivernation d'*Epilachna corrupta* Muls qui subit la mauvaise saison au stade imaginal est sous la dépendance directe d'une pluviométrie suffisante au printemps (fig. 5).

G. Cousin (1932) signale que les œufs de *Lucilia sericata* éclosent à 27° au bout de douze heures à une H. R. de 70 p. 100 et de quatorze heures, lorsque l'H. R. est faible.

L'arrêt de diapause larvaire de *Lucilia bufonivora* Meig ne cesse que dans un milieu humide et assez chaud (Cousin 1933, Brumpt, 1934)

Les œufs de quelques insectes peuvent subir un arrêt de développement de longue durée s'ils sont placés dans un milieu sec. C'est ainsi que les œufs de *Sminthurus* (Collemboles) éclosent en huit ou dix jours lorsqu'ils sont déposés dans un milieu humide. Placés dans une atmosphère sèche, ils se rident et ils peuvent être maintenus dans cet état pendant deux cent soixante-et-onze jours; si ces œufs desséchés sont placés dans un milieu humide, ils absorbent rapidement de l'eau, reprennent leur forme et éclosent en une douzaine de jours (F. G. Holdaway). L'incubation des œufs de *Locusta pardalina* Walk. qui est de quinze jours dans un milieu humide peut être retardée de trois ans et demi si ces œufs sont desséchés dans les premiers stades de leur développement (Buxton, 1932).

Le désenkystement des Cochenilles est essentiellement lié à l'humidification de celles-

ci. Giard (1894) a signalé que l'enkystement de *Margarodes vitium* pouvait persister pendant plusieurs années sous l'action d'une sécheresse continue. Balachowsky (1932) a obtenu la reprise d'activité immédiate de Cochenilles enkystées (*Margarodes Buxtoni* Newst, *Neomargarodes Trabuti* Marchal) récoltées dans des localités désertiques de l'Afrique du Nord en les transférant sous le climat humide d'Alger.

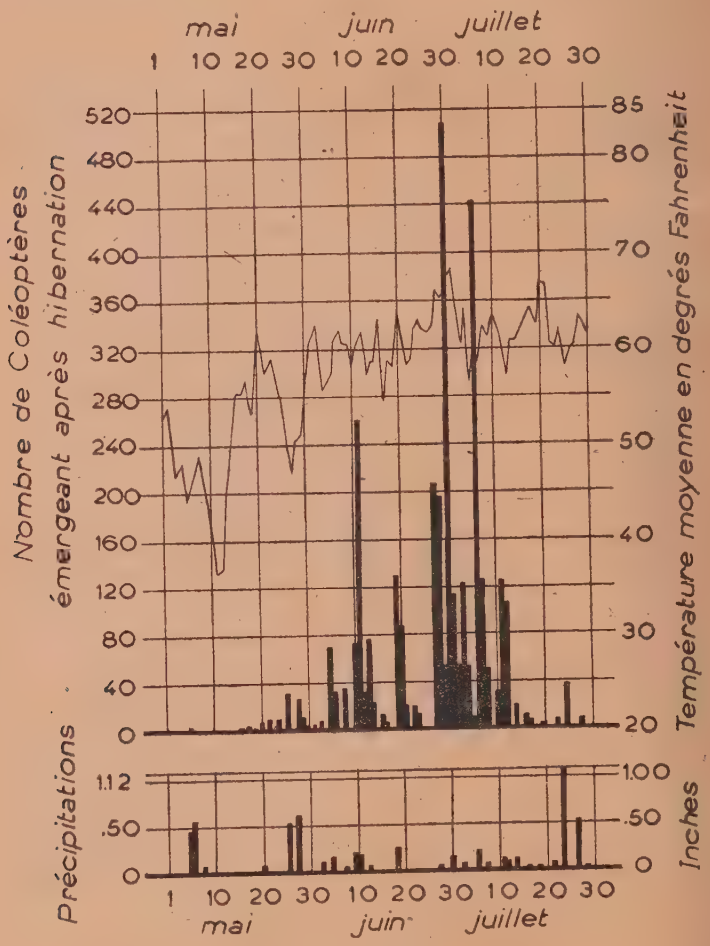



Fig. 5. — Influence des précipitations printanières sur la sortie du Coléoptère *Epilachna corrupta* Muls (d'après Douglass 1928).

Un bon exemple du rôle de l'eau dans les arrêts de développement est fourni par les larves de certains Syrphides Aphidiphages. J'ai étudié dans la région parisienne et la région lyonnaise la biologie d'un certain nombre d'entre eux; quelques espèces ont une génération annuelle (*Syrphus nitidicollis* Meigen, *Melanostoma ambigum* Fallen), d'autres sont polyvoltines (*Epistrophe balteata* Deg., *Syrphus corollae* F., *Syrphus ribesii* L.; *Syrphus vitripennis* Meig, *Syrphus auricollis* Meig. *Lasiophticus pyrastri*, etc.). Ces Diptères hivernent généralement à l'état de larves arrivées au terme de leur évolution; on les trouve

assez facilement pendant l'hiver sur les plantes qui ont porté d'abondantes colonies de pucerons pendant la belle saison; elles ont un aspect flétri qui s'accentue si on les place au laboratoire dans un milieu sec.

En plein air, ces larves se pupifient en février-mars et éclosent dans le courant des mois de mars et avril. Il est facile de hâter leur évolution en les plaçant dans un milieu très humide ou en contact avec des gouttelettes d'eau; les larves reprennent rapidement la forme qu'elles avaient à l'automne et se mettent à circuler; à une température moyenne de 14-16° elle se pupifient au bout d'une dizaine de jours.

Dans le courant de l'été, il n'est pas rare de trouver des larves de Syrphides affectées « de torpeur estivale ». Celle-ci est due principalement au manque de nourriture; l'asthénie est renforcée par la faible humidité relative de l'air.

Un autre exemple est fourni par les larves de la Cécidomyie des Poirettes (*Contarinia pyrivora* Riley) étudiée par P. Marchal (1907). Les larves parvenues au terme de leur croissance ne quittent la « calebasse » qu'après une forte pluie; dans les élevages au laboratoire, les larves restent dans le fruit parasité tant que l'humidité extérieure n'est pas suffisante.

L'évolution de la Mouche de Hesse (*Mayetiola destructor* Say) est étroitement inféodée à l'humidité du milieu. P. Marchal (1897) a remarqué que les éclosions de cette Cécidomyie sont abondantes dans le courant des mois de juillet et août si la pluviosité est importante. Dans le cas contraire, les éclosions sont retardées jusqu'à l'automne. L'humidité est indispensable pour que le passage de la larve au stade de pronymphe se réalise. Wagner (1861) a pu maintenir des puparium en état d'arrêt de développement pendant un an en les plaçant dans un lieu sec, et en procédant de la même manière, Enock a obtenu des éclosions au bout de deux ans. La sécheresse conditionne chez cette espèce le nombre des générations : dans la région parisienne et le midi de la France, il n'y a que deux générations d'adultes par an, dans le Centre et l'Est trois, et il peut y en avoir six en Vendée (Balachowsky et Mesnil, 1935).

G. Cousin (1932) a pu constater chez la larve de *Lucilia sericata* qu'une humidité relative de l'atmosphère ou une teneur en eau insuffisante des aliments retarde le développement mais n'en provoque pas l'arrêt; celui-ci ne se produit que si le milieu alimentaire devient trop sec, la larve cessant alors de s'alimenter. Par contre, au cours de la période prénymphale, l'action de la sécheresse est beaucoup plus marquée; elle provoque un arrêt de développement qui persiste pendant toute la durée du séjour dans le milieu sec et qui peut même se prolonger jusqu'à la mort pour 60 p. 100 environ des larves lorsque celles-ci sont laissées trois jours dans une atmosphère desséchée. Il en est de même pour les pupes.

Il convient de distinguer, ainsi que l'a montré W. Robinson (1928), l'eau libre dans le corps et l'eau faisant partie intégrante du protoplasme par adsorption aux micelles. La proportion d'eau libre peut varier dans d'assez grandes proportions; il n'en est pas de même de l'eau adsorbée, eau dont les fluctuations sont très réduites; la mort survient par coagulation du protoplasme quand la teneur en eau devient trop faible. La résistance de l'insecte à la déshydratation est d'autant plus élevée que le rapport existant entre l'eau restant dans le protoplasme chez l'animal déshydraté et l'eau totale de l'organisme en état de vie active est plus grand. Il serait intéressant de connaître chez quelques Insectes pris comme types, les rôles respectifs joués par les deux constituants de l'eau totale dans la production des arrêts de développement.

L'excès d'humidité peut également provoquer des diapauses; chez les larves de *L. sericata*, la torpeur cesse dès que les larves sont placées dans un milieu normalement

hydraté; au stade prénymphal l'excès d'humidité provoque une diapause vraie (Cousin, 1932).

Les arrêts de développement peuvent être produits par une *déficience alimentaire;* ils peuvent persister pendant plusieurs mois chez les larves de Syrphides.

Sous les climats tempérés, l'action des conditions climatiques est beaucoup moins marquée que dans les pays tropicaux où une période pluvieuse alterne régulièrement avec une période sèche. Dans ces régions, le développement des insectes et d'une manière plus générale des animaux est étroitement inféodé au rythme des saisons; c'est ainsi que Weise signale que dans le territoire de Mombo (Usambara occidental), les Coccinelles adultes apparaissent régulièrement à la fin de la période pluvieuse.

Au contraire, dans les contrées tropicales où les précipitations sont régulièrement réparties sur toute l'année, on trouve à toute époque les divers stades des animaux, les générations se succédant et se chevauchant d'une manière ininterrompue.

Le séjour dans un milieu asphyxique peut provoquer un arrêt de développement. J. Dewitz (1924) a émis l'hypothèse que la métamorphose de *Calliphora erythrocephala* est inhibée par tous les agents, et en particulier par l'excès de gaz carbonique, qui empêchent l'oxydation d'une substance chromogène par une thyrosinase.

C.-A. Kamensky et Paikine (1939) attribuent l'arrêt de développement d'un Curculionide, *Bothynoderes punctiventris* Germ., à l'excès de $CO^2$. Cet Insecte hiverne à l'état adulte dans la terre et son « sommeil » peut se prolonger pendant quatre années. Une humidité relative de 18 p. 100 ne provoque pas l'arrêt de développement pas plus que le froid ou le jeûne; c'est le gaz carbonique qui seul occasionne cette torpeur. Celle-ci a pu être obtenue expérimentalement en plaçant le Curculionide dans une atmosphère de plus en plus riche en $CO^2$.

A une température de 25-26°, l'air contenant de 1,5 à 10 p. 100 en volume de $CO^2$ ne produit aucun effet sur l'insecte; à une concentration de 10 à 20 p. 100, l'activité de l'insecte diminue; entre 20 et 40 p. 100 il se produit une grande activité de faible durée, puis l'insecte reste à peu près immobile; enfin une teneur de 40 à 50 p. 100 occasionne « l'état de torpeur » en une minute à une minute et demie. L'insecte en sommeil ne réagit pas à la température, à la lumière ou à une action mécanique, mais si on le place dans un milieu bien aéré, il commence à se réveiller au bout de trente minutes. La mise en sommeil peut être obtenue soit en augmentant la teneur de l'atmosphère en $CO^2$, soit en diminuant sa richesse en oxygène.

L'Insecte hiverne dans une coque terreuse à parois épaisses et polies qui l'isole de l'atmosphère du sol. A l'intérieur de la niche, l'O diminue, le $CO^2$ augmente et le Coléoptère tombe en léthargie pour une durée qui sera fonction de l'étanchéité de l'enveloppe; celle-ci est généralement médiocre par suite de l'action de l'humidité et de la sécheresse, du gel et du dégel, de la pression inférieure à la normale existant à l'intérieur de la coque, de la pénétration des racines et aussi des façons culturales, des labours profonds en particulier. Au moment de la cessation de la torpeur, ce ne serait pas la température mais la recherche de l'O qui inciterait l'Insecte à gagner l'air libre.

Le cas de *Bothynoderes punctiventris* constitue probablement un type extrême mais l'action inhibitrice du gaz carbonique doit vraisemblablement jouer un rôle important dans les arrêts de développement observés chez les Insectes se confectionnant une enveloppe terreuse et dans le maintien des arrêts de développement qui peuvent se produire à la fin de la période de post-diapause.

## V. Les diapauses vraies.

### A. Les trois phases de la diapause.

La variété des théories émises sur la diapause suffit à démontrer la complexité de ce phénomène. Les chercheurs qui se sont attachés à ce problème ont généralement étudié une espèce ou quelques espèces très voisines et ont dressé une théorie générale sur les données fournies par l'objet de leurs expériences; les espèces étudiées appartenant à plusieurs ordres ont fourni des résultats très variés.

Avant de chercher à expliquer le phénomène, il y a lieu de rechercher si, malgré la diversité des données fournies, il n'existe pas au moins un point commun; celui-ci semble exister : c'est la variabilité de la teneur en eau des tissus des animaux au cours du déroulement de la diapause.

Cette dernière peut se décomposer en trois phases :

1° La période préparatoire ou de « pré-diapause »;
2° La « diapause proprement dite »;
3° La période de rupture de diapause ou « post-diapause ».

1. *Période préparatoire ou pré-diapause.* — Cette période se caractérise d'une manière très générale par une diminution de la teneur en eau des tissus.

Bodine (1921) expérimentant sur des Sauterelles de diverses espèces signale que la teneur maximum en eau (75 p. 100) s'observe chez les animaux en croissance. Au cours de l'automne et du début de l'hiver, cette richesse diminue progressivement; chez *Chortophaga viridifasciata*, la richesse en eau passe ainsi de 72 p. 100 à 65 p. 100.

Tower (1906), dans ses recherches sur le Doryphore, signale que dans la période qui précède la diapause, que celle-ci se produise sur les adultes de première génération ou sur ceux de la seconde, le processus préparatoire est le même; l'Insecte, après avoir absorbé une grande quantité de nourriture, cesse de s'alimenter puis élimine les produits d'excrétion en excès par les tubes de Malpighi, et cela pendant une période de trois à dix jours. Le poids de l'Insecte diminue de 30 p. 100 (3 p. 100 de résidus de digestion et 27 p. 100 d'eau). Les Coléoptères s'enfoncent ensuite dans le sol et entrent en diapause. S'ils ne peuvent se terrer, ils restent actifs mais ne mangent pas pendant plusieurs semaines. Ainsi, selon Tower, pour le Doryphore, la dessication, ou le froid, ou les deux, peuvent provoquer la diapause.

Une étude très intéressante sur le rôle de l'eau chez le même Insecte a été faite paa J.-K. Breitenbecher (1918). Cet auteur a élevé des Doryphores dans une région (Tucson) où la pluviométrie est rare, et les a comparés avec d'autres Doryphores élevés aux environs de Chicago, où les chutes de pluie sont abondantes et réparties régulièrement sur toute l'année. Les Doryphores enterrés au moment de leur pleine activité meurent rapidement, mais si les Insectes appartenant à une génération quelconque sont desséchés au préalable, la mortalité devient insignifiante. La diminution de l'eau des tissus modifie les tropismes de l'Insecte : celui-ci manifeste un phototropisme négatif et un géotropisme positif, ce qui l'amène à s'enfoncer dans le sol et à y rester si la teneur en eau du sol est faible. Dans le cas contraire, ses tissus absorbent de l'eau ce qui renverse ses tropismes et produit son émergence.

La réduction du poids du corps peut atteindre 50 p. 100 chez le Doryphore alors qu'elle ne peut descendre au-dessous de 25 p. 100 sans entraîner la mort chez *Catalpa lanigera*. Breitenbecher a remarqué dans le désert de Tucson que les animaux qui s'y

trouvent ne présentent pas tous la facilité de perte et de reprise d'eau que manifeste le Doryphore. Il en est même qui paraissent incapables d'absorber l'eau de l'atmosphère ou l'eau de contact. C'est ainsi qu'un Scorpion et un Lézard (*Phrynosoma cornutum*) ne renferment pas plus d'eau après qu'avant une immersion prolongée. De même, si on les place pendant une longue période dans un air très sec, on n'observe pas une perte d'eau.

N. Payne (1927) a signalé la déshydratation intense que présentent deux Chenilles : *Diacrisia virginica* et *Isia isabella* au moment de l'entrée en diapause; la dissection des Chenilles montre que le liquide sanguin est presque inexistant.

Plusieurs auteurs ont attiré l'attention sur le rapport existant entre la durée de l'alimentation des insectes et la diapause. Cependant le jeûne intermittent en augmentant la période d'alimentation n'augmente pas le taux des insectes entrant en diapause (Dawson, 1931; Skoblo, 1935). Il convient donc d'attribuer la diapause à la valeur

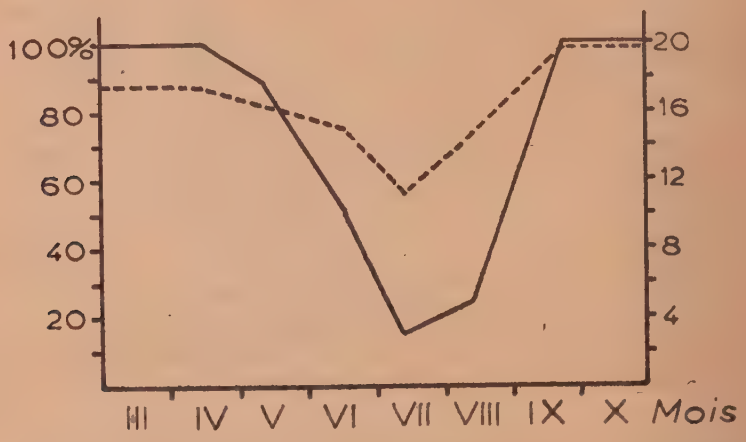



Fig. 6. — Relation existant entre la durée de la vie des chenilles de *Loxostege sticticalis* L (pointillé) et le pourcentage de chenilles en diapause et montrant l'influence de la saison. (Élevage à une température constante de 25°). L'ordonnée gauche représente le 0/0 de chenilles en diapause, celle de droite, le nombre de jours nécessaires au développement. (D'après D.-M. Steinberg et S.-A. Kamensky, 1936.)

nutritive de l'aliment et principalement à sa teneur en eau; celle-ci varie suivant l'état de végétation de la plante, autrement dit suivant les saisons, ce qui permet l'établissement d'un rythme de développement. La diapause de la Chenille de *Loxostege sticticalis* est attribuable, d'après D.-M. Steinberg et A. Kamensky, à la valeur nutritive de la feuille de Betterave; cette Chenille élevée à une température constante de 25° montre des fluctuations du pourcentage de diapauses oscillant, suivant la saison, de 15 à 100 p. 100 (fig. 6).

L'importance de l'hydratation des aliments est mise en valeur par des expériences réalisées par les mêmes auteurs : les Chenilles de *Loxostege sticticalis* nourries avec des feuilles de Betteraves potagères ou des Betteraves cultivées en serre montrent la relation étroite existant entre le déclenchement de la diapause et la teneur en eau des feuilles (fig. 7).

Dammerman (1915) attribue la diapause d'un parasite du Riz *Scirpophaga innotata* Wlk à la sécheresse du milieu pendant la saison sèche; Goot (1925) l'explique par la dessiccation de la plante-hôte consécutive à la maturité.

L'hibernation de l'Altise de la Vigne (*Haltica ampelophaga* Guer), étudiée par F. Picard (1926), est attribuable à des causes similaires. Cet Insecte présente trois générations par an; mais par suite de la grande longévité des adultes, les imagos des trois générations se trouvent dans les vignes au début de septembre et entrent en diapause à cette époque à peu près tous en même temps. Picard remarque que la température est encore élevée à ce moment (22 à 25°) pendant la journée et souvent bien supérieure à celle qui provoque le réveil en avril : le froid ne peut donc être considéré comme l'agent déclenchant la diapause. La diapause affectant en même temps les trois générations, on ne peut

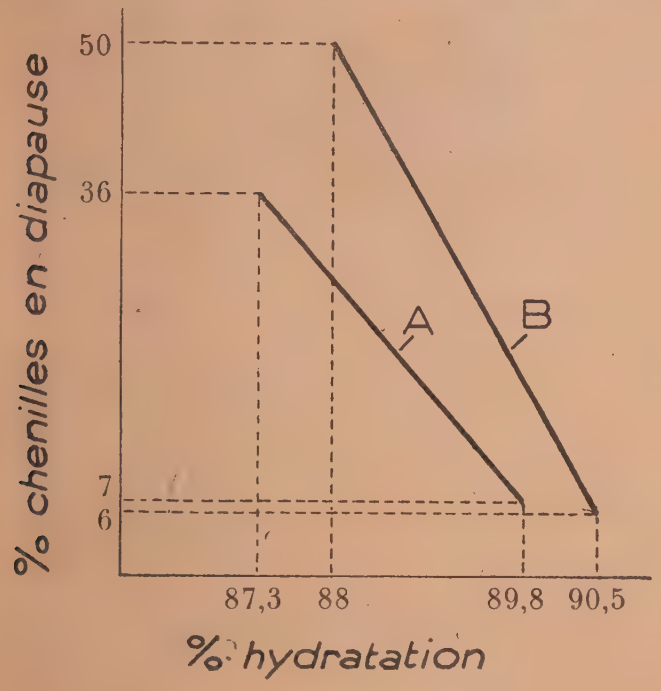



Fig. 7. — Influence de l'hydratation des tissus des plantes sur la mise en diapause des chenilles de *Loxostege sticticalis*.

A. Betterave de serre ; B. Betterave potagère.
(D'après les chiffres fournis par D.-M. Steinberg et S.-A. Kamensky.)

l'expliquer en faisant appel à des facteurs internes mais bien à des causes externes : Picard émet l'hypothèse que cela peut être dû à la modification de la composition chimique de la feuille. Les composants chimiques de la feuille varient en effet à cette époque mais la modification la plus importante est vraisemblablement la diminution de la richesse en eau des feuilles.

R. Delmas (1926) attribue en partie à la sécheresse, l'asthénobiose qui affecte à un degré plus ou moins élevé les pronymphes de *Pristiphora conjugata* Dahlbom ; il interviendrait en outre, selon lui, des facteurs internes individuels ou héréditaires.

Le travail de P. Marchal (1936) sur les Trichogrammes fournit des données toutes particulières sur la diapause. Le *Trichogramma cacœciæ* parasite les œufs de la Tortricide *Cacœcia rosana* qui présente une diapause embryonnaire (p. 22) et n'a qu'une généra-

tion annuelle. Le Trichogramme présente normalement deux générations par an; la génération hivernante, microptère, apparaît en mars-avril et pond dans les œufs indemnes de *Cacaecia* qui sont sur le point de reprendre leur développement interrompu par la diapause.

L'évolution du parasite est alors très rapide; l'adulte porteur d'ailes normales, éclôt à la fin du mois de juin et va déposer ses œufs dans les pontes récemment émises par la Tortricide, œufs qui normalement entrent en diapause après un développement embryonnaire de quelques jours. L'œuf de l'hôte est tué par la piqûre de ponte et la larve du parasite après s'être nourrie d'une partie du contenu de l'œuf entre elle-même en diapause : au point de vue de la diapause, le parasite présente les mêmes caractéristiques que son hôte. Mais ce qui est très curieux, c'est que l'on peut faire pondre expérimentalement les femelles ailées dans les œufs d'autres papillons et en particulier dans ceux de la Noctuelle du Chou (*Mamestra brassicae* L.) qui ne présentent pas de diapause embryonnaire et évoluent en une vingtaine de jours. La larve du Trichogramme a alors son cycle accéléré et l'on peut obtenir à partir de la génération ailée cinq à six générations successives. Ce changement de rythme ne peut être expliqué par une induction mitogénétique, l'hôte étant tué au moment du dépôt de l'œuf du parasite et Marchal a pu obtenir le développement complet du parasite en faisant pondre le Trichogramme sur les œufs de *Cacaecia* tués par une chaleur humide de 50 à 60°. Marchal explique ces résultats de la manière suivante :

« Il résulte de là que l'origine des variations cycliques que nous avons décrites ne peut être recherchée que dans la constitution physico-chimique de l'œuf de l'hôte, ou dans la nature de ses membranes enveloppantes qui les recouvrent. A ces éléments doit en effet revenir le rôle de régler les échanges (en particulier l'hydratation) dont dépendent les phénomènes rythmiques de l'évolution : échanges ayant lieu entre le milieu extérieur et les tissus embryonnaires de l'hôte dans le cas de l'œuf normal, entre le milieu extérieur et les tissus larvaires dans le cas de l'œuf parasité. Peut-être l'intervention d'enzymes ou d'hormones serait-elle aussi à envisager. »

J'ai cité ces quelques exemples pour montrer toute l'importance qu'il convient d'attribuer à l'eau en tant que facteur révélant ou déclenchant la pré-diapause, mais ce n'est pas à elle que j'attribue le rôle primordial, celui-ci relevant, me semble-t-il, d'un phénomène rythmique. Autrement dit, la perte d'eau, ainsi que d'autres facteurs défavorables moins actifs tels que le froid, l'inanition, etc., joueraient le rôle de renforçateurs dans un phénomène où la dépression rythmique a un rôle de sensibilisateur.

Les travaux de N. Payne (1927-1929), W. Robinson (1927-1928), Saharov (1930), B. Uvarov (1931), ont montré que les insectes déshydratés résistent beaucoup mieux au froid que les animaux ayant une teneur en eau normale; c'est pourquoi, chez les espèces présentant la diapause, il n'est que les individus arrivés à ce stade qui supportent l'hiver : tous les autres sont tués.

2. *La diapause proprement dite.* — L'animal en diapause a une physiologie particulière par suite de la cessation de l'alimentation et de sa plus ou moins grande immobilité; la consommation d'oxygène est notablement abaissée.

La durée de la diapause varie suivant les espèces et suivant l'activité des facteurs qui la provoquent; elle est généralement plus réduite chez les Insectes ayant un métabolisme intense.

L'état de diapause (et peut-être dans certains cas de pré-diapause) étant déclenché, il n'est pas possible d'arrêter son évolution ainsi que le montre les expériences faites sur le

Criquet égyptien. P.-P. Grasse (1922) n'a pas pu faire cesser l'état de diapause de cet Insecte en le mettant en élevage le 11 novembre dans une étuve à 30° (p. 25). Par contre, M. Volkonsky (1937) a obtenu sans difficulté une deuxième génération. Ces résultats contradictoires peuvent tenir aux faits suivants : Volkonsky a utilisé des criquets récoltés le 22 juin dans la région d'Alger; la mûe imaginale s'est produite le 22 août et l'accouplement le 19 septembre. Les criquets ont été mis en élevage dans des étuves à 25-29° le 17 octobre; la ponte a commencé le 23 décembre. On peut donc présumer que Volkonsky ayant mis en élevage des Insectes récoltés vingt-cinq jours plus tôt que ceux utilisés dans l'expérience de Grasse, et cela sous un climat plus chaud, a opéré sur des Insectes où l'état de pré-diapause ne s'était pas encore réalisé contrairement à ceux utilisés par P.-P. Grasse.

D.-M. Steinberg et S.-A. Kamensky (1936) évitent la diapause larvaire de *Loxostege sticticalis* en élevant les Chenilles à une température de 32° quelles que soient les conditions d'alimentation et à toute période de l'année; or cette espèce présente une diapause de durée variable (3 à 180 jours) qui est facilement obtenue par une alimentation peu aqueuse.

3. *La post-diapause.* — La rupture de la diapause peut être expérimentalement obtenue par l'action du froid, de la chaleur, de l'humidité, de la sécheresse, de la lumière, des chocs thermiques agissant seuls ou d'une manière combinée.

Elle peut également être obtenue par l'action d'agents mécaniques, ou chimiques, mais ainsi que le fait remarquer Chauvin (1943) le mode d'action doit être différent. La recherche de la bivoltinisation des œufs de races univoltines du Ver à soie. a donné lieu à des essais effectués dans des voies très diverses; les agents chimiques, physiques ou mécaniques qui amènent la bivoltinisation ne peuvent agir que s'ils sont appliqués quelques heures seulement après l'émission des œufs. Au contraire, le froid n'a une action positive que si on le fait intervenir vingt jours après la ponte. La diapause cesse généralement lorsque l'on fait agir des facteurs opposés à ceux qui les ont provoqués ainsi que l'a montré Cousin (1932).

Le froid est le facteur le plus employé et celui qui donne les résultats les plus nets dans la rupture expérimentale de la diapause [Roubaud (1922), Cousin (1932), etc.]. Il ne provoque cependant pas, dans tous les cas, la cessation des diapauses et son action sur les tissus vivants est complexe; il provoque en particulier une déshydratation partielle. Enfin, dans les conditions naturelles, si on peut lui attribuer la rupture de la diapause au cours de l'hivernation des Insectes, il faut faire appel à d'autres agents pour expliquer la cessation des cas de « torpeur estivale ».

J'ai signalé précédemment l'importance de l'eau dans le déclenchement de la pré-diapause; son rôle est aussi primordial dans la période de post-diapause.

Chez le Doryphore, Breitenbecher a remarqué qu'après hibernation l'Insecte sort de terre si la température est au-dessus de 14-16°, dès qu'une précipitation se produit B. Trouvelot (1936) a observé que presque tous les Doryphores sont remontés à la surface du sol quand la température moyenne de l'air oscille autour de 15°.

Selon Fink (1925), l'eau de contact est indispensable pour provoquer la rupture de la diapause du Doryphore.

La Cécidomyie des Poirettes (*Contarinia pyrivora* Riley) migre normalement dans le sol à la fin du mois de mai dans la région parisienne et se confectionne un cocon dès la fin de juin; la nymphose a lieu à l'automne. L'adulte n'éclôt que fin mars ou début d'avril; cependant Marchal (1907) a observé au laboratoire d'assez nombreuses éclosions

de Cécidomyies, moins d'un mois après la formation des cocons, à la condition que le sol soit fortement humidifié. J'ai noté des éclosions dans la région lyonnaise au mois d'août 1938 à la suite d'une période pluvieuse.

La sécheresse estivale peut réduire le nombre des générations en allongeant la durée de la diapause. Tel est le cas de la Pyrale du Maïs. O'Kane et Lowry ont observé dans le New-Hamsphire que les Chenilles de première génération, qui ont une nourriture abondante et sont placées sous des conditions climatiques favorables, se chrysalident et se transforment en adultes. Celles qui ont une évolution retardée seulement de quelques jours entrent en diapause et ne se nymphosent qu'au printemps suivant. Selon Babcock (1927), la sécheresse estivale, en retardant le développement de l'Insecte, favorise le cycle à une génération. Dans les régions où des précipitations abondantes se produisent dans le courant de la belle saison et où la température est suffisamment élevée, il se produit normalement deux générations par an.

Shelford (1929) cite une expérience intéressante qui montre l'importance des pluies automnales sur la physiologie du Carpocapse. Des Chenilles sont ramassées du 20 août au 12 septembre, d'autres le 20 octobre. En janvier ces deux lots sont placés en élevage dans des conditions identiques; alors que la nymphose se produit en 19,3 jours à 28° pour le premier lot, elle ne demande que 17,8 jours à la même température pour le second lot. La pluviométrie a été très faible jusqu'au 12 septembre alors que les 20 premiers jours d'octobre ont été caractérisés par de fortes précipitations et de grandes variations de température; Shelford attribue le raccourcissement de la période nymphale à l'humidité dont ont bénéficié les Chenilles du deuxième lot. Opérant sur le même Insecte, Townsend (1926) a provoqué la diminution de la durée de la nymphose en plongeant les Chenilles dans l'eau deux heures par semaine.

Il est quelques cas où l'humidité est impuissante à amener la post-diapause et où seul le froid exerce une action. Ceci se voit particulièrement dans les cas de diapause embryonnaire. Le cas de l'œuf du Ver à soie est bien connu; un autre exemple est fourni par celui de *Timarcha tenebricosa* Fab. (Abeloos, 1935). Le développement embryonnaire de cet Insecte commence immédiatement après la ponte et se poursuit pendant un mois ou deux, suivant la température; mais l'éclosion ne se produit qu'à la suite d'un séjour à une basse température. La fin de la torpeur peut être hâtée par l'ouverture artificielle de la coque de l'œuf.

Il est un point qu'il est bon, je crois, de préciser. On admet généralement pour les Insectes qui hivernent dans le sol à l'état de diapause, que l'émergence de quelques Insectes sur un grand nombre est la manifestation de la cessation de la diapause, ceux qui restent dans le sol attendant une occasion favorable pour sortir à leur tour. Cette conception me paraît un peu simpliste. Les Insectes en état de diapause ne sont pas d'une immobilité complète; ils sont capables d'effectuer des mouvements de faible amplitude et peuvent même faire preuve d'un certain instinct; tel est le cas de la Chenille de Carpocapse qui répare son *hibernaculum*. La sortie de quelques aberrants ne signifie donc pas, *à priori*, que la rupture de diapause est produite.

Il est difficile de fixer un critère par suite de la diversité de la biologie des animaux; cependant, pour les Insectes qui sortent au printemps, mangent avidement puis s'accouplent au bout de quelques jours (cas le plus général), la reprise de l'activité nutritive peut être prise comme un premier indice. On peut également faire appel à la reprise de l'activité des cellules sexuelles. Ce moment peut être notablement éloigné de l'époque de sortie; c'est ainsi que dans le nord des États-Unis et au Canada, le Doryphore peut

émerger du sol en avril, mais les cellules germinales ne commencent à croître que lorsque viennent les jours humides et chauds, en mai et parfois en juin (Breitenbecher).

Le comportement individuel joue un rôle important dans l'échelonnement de l'apparition des animaux au printemps et de la succession des diverses phases évolutives au cours de l'année; à ce titre, il complique singulièrement les méthodes de lutte chimiques employées contre les ennemis des cultures; pour le Carpocapse, la rupture de la diapause s'étale sur plus de trois mois et demi et parfois même sur un et deux ans. On pourrait citer bien d'autres exemples.

Cet échelonnement paraît attribuable à deux causes :

1° A un métabolisme inégal des individus de la même espèce;
2° A l'action de micro-climats différents.

1° *Métabolisme inégal.* — Un élevage suivi d'insectes permet de constater que les sujets issus d'une même ponte et placés dans des conditions de milieu rigoureusement semblables ne se développent pas cependant avec la même vitesse. Les différences sont le plus souvent faibles mais, pour quelques espèces, elles peuvent varier du simple au double.

C'est ainsi que les larves de la Punaise ornée du Chou (*Eurydema ornatum* L.) issues d'une même ponte et élevées à une température moyenne de 24° demandent de 4 à 11 jours pour passer du troisième au quatrième stade. Le développement de l'éclosion à l'adulte à la même température exige de 33 à 52 jours.

2° A cet échelonnement propre à l'individu vient se superposer l'action de *microclimats* différents qui peuvent provoquer des fluctuations d'une importance bien supérieure. La variété des abris recherchés par les insectes pour hiverner ou estiver fournit toute une gamme de conditions de milieu; celle-ci sera plus grande pour les insectes qui se réfugient dans les écorces, sous les plantes, dans les crevasses, là où l'exposition intervient pleinement et où la température, l'humidité, l'insolation varient considérablement, que pour ceux qui gagnent le sol; encore convient-il de noter que la nature physique du sol crée des conditions variées principalement dans les couches superficielles et que la profondeur à laquelle l'animal se place intervient d'une manière sensible. Boyce (1931) signale que les larves de *Rhagoletis completa* Cress se pupifient dans le sol à des profondeurs variées. L'éclosion des mouches peut s'échelonner sur quatre années :

POURCENTAGES D'ÉCLOSIONS.

| | 1re année. | 2e année. | 3e année. | 4e année. |
|---|---|---|---|---|
| 1928..... | 66 | 26 | 8 | 0,34 |
| 1930..... | 86 | 11 | » | » |

Boyce a observé que le pourcentage d'émergence était d'autant plus élevé que la profondeur était moins grande et il remarque qu'il n'y a pas eu de différences significatives au point de vue climatique entre les années. On comprend mal sa conclusion, à savoir que les individus dont l'éclosion se produit au bout d'un an appartiennent à des « formes » différentes de celles qui éclosent au bout de deux, trois ou quatre ans; dans ces conditions on pourrait tout aussi bien admettre qu'il y a des « formes » à deux ans, à trois ans et à quatre ans. Il est plus vraisemblable d'envisager un séjour des pupes à des profondeurs variables, c'est-à-dire sous des « microclimats » distincts.

### B. Les rythmes de développement.

Si l'on admet que l'action immédiate des conditions de milieu suffit à expliquer le déclenchement de la diapause, les élevages expérimentaux des animaux dans des conditions rigoureusement similaires pendant toute l'année doivent donner des chiffres sensiblement égaux quant à la durée du développement, ou aux mesures du métabolisme. Dans le cas contraire, on est amené à envisager un rythme de développement.

Nous possédons actuellement un certain nombre de données qui tendent à prouver, l'existence de ce rythme.

E. Roubaud (1922) a signalé que l'évolution de *Lucilia sericata, Mydæa platyptera* Zett, *Sarcophaga faculata* s'arrêtait avant que les froids ne fassent sentir leur influence, sous la forme larvaire chez les deux premières espèces, sous la forme pupale chez la troisième. Cet auteur fait remarquer que pour diverses espèces : *Mydæa platyptera, Aedes argenteus* Poiret, etc., le cycle n'est pas fixé d'une manière uniforme; il existe de très grandes irrégularités au sein des individus d'une même espèce. Divers Coléoptères appartenant aux familles des *Dytiscidæ, Carabidæ, Chrysomelidæ, Curculionidæ,* peuvent se reproduire pendant plusieurs années de suite; leurs gonades reviennent à un état de repos après la première période de reproduction; elles reprennent leur activité sensiblement à la même date l'année suivante et parfois même pendant une troisième année (Van Emdem, 1932).

V. Gierke (1932) a élevé la Pyrale de la Farine *Ephestia Kühniella* L., à une température constante pendant toute l'année. Il a constaté que la durée du développement s'accroît pendant la mauvaise saison ce qui semble prouver une tendance au ralentissement du métabolisme au cours de cette période. Cet exemple est particulièrement suggestif par suite de la composition constante de l'aliment.

Des faits du même ordre ont été relatés par Martini (1921) chez un Moustique *Anopheles bifurcatus* L.; des larves élevées à une température constante de 20° durant toute l'année, mettent trois fois plus de temps à se développer en hiver qu'en été; leurs exigences en oxygène sont également beaucoup plus réduites pendant la période hivernale puisqu'elles ne remontent à la surface que toutes les deux heures en hiver, toutes les cinq minutes en été.

La moyenne du cycle vital est de 22 à 29 jours pour les œufs d'*Anopheles plumbeus* pondus en mai et juin; elle est de 135 à 271 jours pour les pontes de septembre élevées dans les mêmes conditions; en outre, l'arrêt de croissance larvaire qui s'observe à tout moment de l'année est beaucoup plus élevé dans la période hivernale que pendant le printemps et l'été (Hecht, 1933; Roubaud et Colas-Belcour, 1933-1934).

Theodor (1934) a procédé en Palestine à des élevages importants d'un Diptère nématocère, *Phlebotomus papatasi* Scopoli, à une température constante de 30°. Il a constaté que le nombre de larves se mettant en diapause, qui est d'environ 12 p. 100 au début de l'été, augmente graduellement jusqu'à 30 p. 100 à l'automne. Au cours de l'automne et de la première génération hivernale, les larves en diapause manifestent une plus grande résistance aux agents stimulants que celles provenant des générations estivales.

La durée moyenne du développement atteint son minimum en mai-juin, elle est plus importante avant et après cette époque (fig. 8).

Enfin, un certain nombre de larves restant en diapause pendant l'hiver bien qu'elles soient maintenues à une température constante de 30° se pupifient à peu près à la même date (début mai) que d'autres larves laissées au dehors dans des conditions normales ou laissées à la température normale du laboratoire. Ces constatations ont été faites pendant

trois années de suite non seulement sur des individus prélevés dans la nature, mais aussi sur des insectes appartenant à la même lignée.

Le pourcentage de larves restant en diapause n'a pas été dans tous les lots plus élevé en hiver qu'en été, ce qui semble démontrer que la saison n'influe pas.

Les variations de métabolisme dans le développement des œufs ou des larves peuvent être estimées d'une manière précise par la mesure de la consommation d'oxygène. Un Acridien américain, *Melanoplus differentialis*, pond à l'automne. L'embryon se différencie peu de temps après la ponte puis reste en diapause jusqu'au printemps. Ces fluctuations

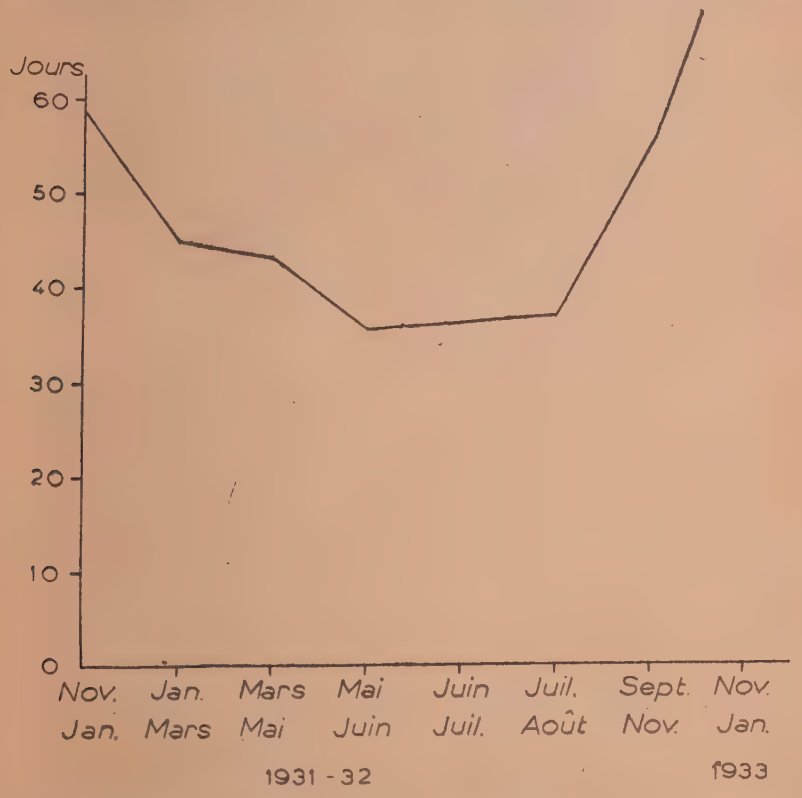



Fig. 8. — Durée moyenne du développement du Diptère *Phlebotomus papatasii* à la température constante de 30° (graphique établi d'après un tableau dressé par O. Théodor, 1934).

du métabolisme sont bien décelées par la consommation d'O (fig. 9 A). La diapause est évitée si les œufs sont maintenus à une température de 25°, dès leur émission. La mesure de l'O consommée fournit un résultat très curieux : il y a une respiration active au début suivie d'une chute marquée (fig. 9 A) puis d'une reprise active (Bodine, 1929). Bien qu'il n'y ait pas eu de manifestation extérieure de la diapause, on retrouve cependant ici sous une forme abrégée toutes les caractéristiques des trois périodes : prédiapause, diapause proprement dite, postdiapause, qui s'observent normalement chez l'Acridien laissé à l'air libre.

L'Acridien *Melanoplus* peut donc être considéré comme un Insecte présentant normalement une diapause d'allure rythmique, mais une diapause peu marquée, qui cède facilement à des conditions de milieu favorables; elle n'en existe pas moins cependant.

Il constitue en outre un terme du passage entre les Insectes hétérodynames et les Insectes homodynames.

Un type opposé à hétérodynamie très poussée est fourni par les œufs des races univoltines de Ver à soie. Duclaux (1869) a montré qu'ils ne peuvent continuer leur développement que s'ils sont soumis à une température voisine de 0° pendant un certain temps. L'âge de l'œuf intervient d'ailleurs d'une manière appréciable; alors qu'un minimum de 40 jours d'hivernation est nécessaire pour les œufs âgés de trois à quatre semaines, quelques jours de froid suffisent à amener la reprise du développement chez les œufs pondus depuis cinq à six mois. Chauvin (1943) n'a pu provoquer la rupture de la diapause des œufs de *Tettigonia* et de *Pholidoptera* par l'action énergique du froid, de la chaleur ou de produits chimiques combinés à des chocs thermiques.

Les quelques exemples cités ci-dessus tendent à montrer l'existence d'un rythme annuel sous les climats tempérés; ce rythme serait acquis par la répétition de conditions

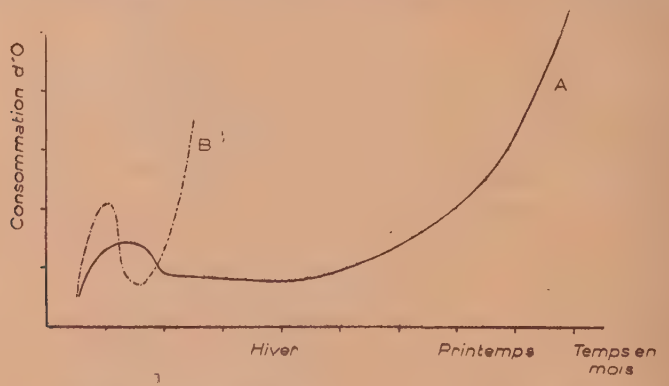



Fig. 9. — Consommation d'O effectuée par les œufs de l'Acridien *Melanoplus differentialis*.
A. Œufs soumis à la température extérieure; B. Œufs élevé à une température constante de 28°.
(D'après Bodine.)

climatiques saisonnières sensiblement constantes sur les êtres vivants. Cette conception a été soutenue par Babcock à l'issue de ses recherches sur la Pyrale du Maïs; cet auteur étaie son opinion en rappelant les expériences classiques de E. Bordage (1910) sur la subpersistance du feuillage de Pêchers européens transplantés à l'île de La Réunion (où il n'y a pas d'alternance de saisons); pendant plusieurs années, les feuilles des Pêchers perdent leurs feuilles comme cela se produit normalement dans les pays tempérés. La persistance du feuillage sur l'arbre augmente d'année en année et au bout d'une vingtaine d'années, les jeunes feuilles apparaissent avant la chute des feuilles anciennes. Les noyaux des Pêchers devenus subpersistants semés dans des régions à saisons alternées donnent naissance à des sujets présentant un feuillage subpersistant.

Un autre exemple de rythme saisonnier peut être fourni par les oiseaux migrateurs : les Hirondelles quittent nos régions à une époque où la température est encore douce et l'alimentation suffisante. Chez les Mammifères, il existe un rythme saisonnier d'activité sexuelle .Flower (1928), [cité par Bobenheimer, 1938], relate que la période de reproduction des gazelles est en relation étroite avec les chutes de pluie et la végétation. Le rythme persiste chez ces animaux transférés au Caire, où il n'existe pas de saison des pluies.

Pour en revenir aux Insectes, si les facteurs climatiques sont capables d'engendrer un

rythme annuel, ce rythme doit pouvoir être modifié si on élève les Insectes dans des conditions de milieu favorables; des essais portant sur des Insectes très divers confirment cette hypothèse. Outre les travaux de A. Pictet avec *Lasiocampus quercus* et ceux de Babcock sur *Pyrausta nubilalis* déjà cités, un travail récent de Mlle Cousin (1937) sur les Grillons aboutit aux mêmes résultats. Le Grillon champêtre (*Gryllus campestris* L.) a, en France, une génération par an, l'hivernation se faisant à l'état larvaire ou nymphal. Par l'élevage dans des conditions de milieu favorables, l'évolution a pu être accélérée et il a pu être obtenu trois et même quatre générations annuelles. S. Kozlovsky (1937) a réalisé sans grandes difficultés l'élevage continu du Doryphore pendant plusieurs générations consécutives en plaçant les Insectes dans une atmosphère chaude et humide.

Dans un ordre d'idées un peu différent, je citerai les expériences de Tower (1917) sur le Doryphore. Cet auteur a montré que le Doryphore « s'adapte » au climat sec de l'Arizona en quelques générations; dans cette région, la diapause se produit lors de la période saisonnière d'intense sécheresse. Au début la mortalité est considérable, l'Insecte rejetant dans la période de pré-diapause une quantité trop considérable d'eau qui ne lui permet pas de subir ensuite la dessiccation saisonnière. Mais, peu à peu, les générations successives acquièrent la propriété de se déshydrater d'une manière moins poussée et, dès la sixième génération, l'Insecte est parfaitement acclimaté à tel point que si on le transporte dans une région tempérée, il est incapable de supporter le froid de l'hiver.

Tous ces essais sont concordants : l'accélération du développement ne se produit pas immédiatement; un certain temps est nécessaire avant que l'augmentation du nombre des générations se produise; autrement dit, le rythme est fortement établi et ne disparaît que par l'influence répétée de conditions de milieu nouvelles.

Le cas du Papillon *Telea polyphemus* Cramer, étudié par R. Dawson, est très particulier; cet Insecte n'a qu'une génération par an dans le Minnesota et deux dans le Nebraska. Les Insectes du Minnesota élevés à une température de 20-24° donnent sans transition deux à trois générations annuelles. Inversement, les Papillons du Nebraska transplantés au Minnesota deviennent univoltins. Dans ce cas, seul le manque de nourriture limite le nombre des générations. L'état de maturité de la plante n'influe pas sur la proportion d'individus entrant en diapause; à ces deux points de vue le comportement de *Telea polyphemus* est donc complètement opposé au cas général.

Si l'on peut admettre l'établissement d'un rythme de développement pour les insectes univoltins sous l'influence de facteurs climatiques, le fait paraît beaucoup plus contestable en ce qui concerne les espèces polyvoltines. Comme le fait remarquer G. Cousin (1932) parmi les générations qui se succèdent, seules une ou deux d'entre elles sont soumises à l'action des facteurs défavorable. On peut ajouter que chez ces espèces, le nombre de générations étant variable, il n'est pas possible de supposer que le rythme affecte une $n^{ème}$ génération donnée, n étant variable suivant les espèces. Nous avons vu que le rythme acquis par l'espèce provoque chez celle-ci, ce que l'on peut appeler une « diapause latente »; celle-ci est plus ou moins accentuée; elle est faible chez *Melanoplus*, marquée chez le Ver à soie. Par ailleurs il est un facteur qui, me semble-t-il, n'a pas suffisamment retenu l'attention, c'est la différence de sensibilité spécifique des insectes, et dans l'espèce, les degrés de sensibilité individuelle aux conditions de milieu défavorables.

L'élevage d'insectes présentant une diapause montre très rarement une grande homogénéité parmi les individus issus d'une même femelle (fig. 10).

Les pupes de Tachinaires de la même espèce et sensiblement du même âge, étudiées par Pantel (1909), évoluent de deux manières: les unes ont un développement du « type rapide ou ordinaire » et les mouches éclosent quelques jours ou quelques semaines plus

tard ; d'autres, du « type lent », n'apparaissent qu'au printemps. Il en est de même dans les pontes d'été des Vers à soie bivoltins ; un certain nombre d'œufs ont un développement immédiat, d'autres restent en diapause et sont donc univoltins (Légaillon, 1920).

La période « sensible » peut même être limitée à un stade bien caractérisé : la diapause de *Telea polyphemus* est obtenue par un refroidissement brutal ou graduel de quelques degrés appliqué sur le dernier stade larvaire pendant cinq jours au moins (R. Dawson, 1931).

Cette irrégularité est déconcertante et plusieurs chercheurs ont expliqué cette particularité par l'hétérozygotisme des espèces soumises à l'élevage. J'ai signalé précédemment quelques cas où la constitution hétérozygote des insectes ne fait aucune doute mais il me paraît exagéré de l'envisager comme un cas général.

Divers cas de diapauses pourraient s'expliquer de la manière suivante : certains insectes

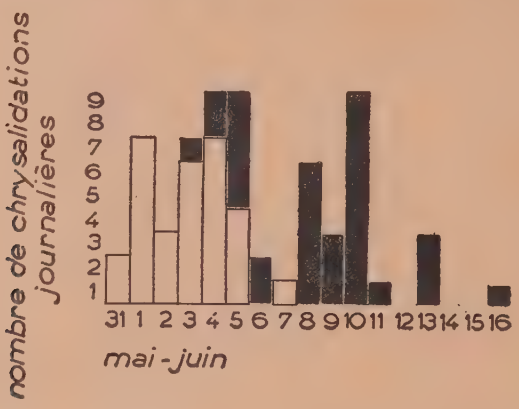



Fig. 10. — Relation existant entre la rapidité du développement larvaire de *Telea polyphemus* Cramer et la proportion de chenilles entrant en diapause.

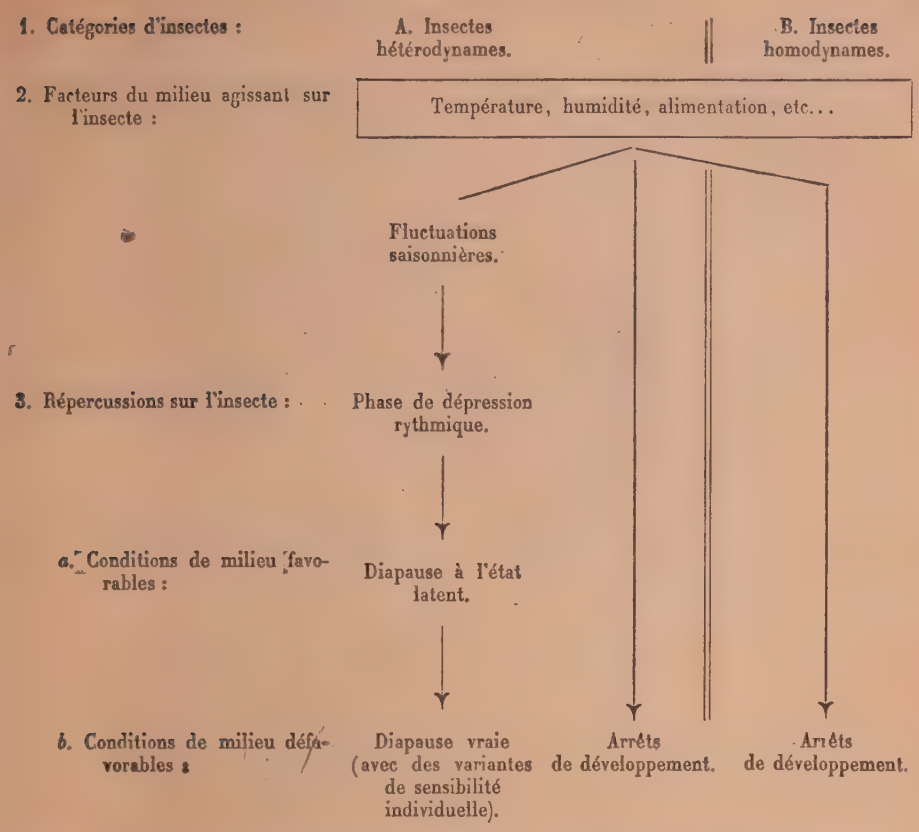
En blanc, insectes bivoltins, peut être polyvoltins ;
En noir, insectes univoltins (d'après R.-W. Dawson, 1931, légèrement modifié).

peuvent supporter des variations étendues de conditions de milieu sans que cela se traduise par une action marquée sur leur métabolisme ; d'autres ne peuvent tolérer ces variations que dans des limites plus étroites ; ils présentent un ralentissement des phénomènes vitaux dès que ces limites sont franchies et entrent en diapause si cette période coïncide avec la « phase de dépression rythmique ».

Le schéma synthétise cette conception (voir page suivante).

On peut expliquer de cette manière le cas considéré comme très particulier d'un hyménoptère Chalcidien, *Melittobia acasta* Walk cité par F. Picard (1923), parasite externe des larves et des nymphes d'Hyménopètres et de Diptères. Picard a effectué ses observations sur des cocons de Fourmis renfermant des larves ou des nymphes. Dans un premier lot, 6 femelles de *Melittobia* sont mises en contact le 8 septembre et en plein air avec des cocons de Fourmis ; les cocons parasités sont portés à l'étuve à 21-22°. A partir du 15 novembre, 46 larves seulement se nymphosent entre le 3 novembre et le 3 janvier ; toutes les autres larves (1200 à 1800) restent en diapause et meurent au printemps.

Un second lot est constitué par 1 femelle née à l'extérieur et mise le 6 novembre dans l'étuve à 21-22° ; la ponte s'opère d'une manière normale et les premiers adultes appa-




raissent le 28 novembre; aucune larve ne présente de diapause. Picard attribue la diapause présentée par le premier lot à la basse température subie pendant le développement.

Les femelles de *Melittobia* du premier et du deuxième lot nées en plein air et sensiblement aux mêmes dates présentaient vraisemblablement les mêmes particularités physiologiques et leurs larves devaient se trouver dans la phase de dépression rythmique. La diapause ne s'est déclenchée que dans le premier lot placé dans des conditions défavorables; elle n'a pas eu lieu chez les individus les plus précoces. Dans le deuxième lot, l'élevage à 21-22° n'a pas permis l'évolution de la « diapause à l'état latent » à la « diapause vraie »

Ce rythme ainsi créé provoquerait l'état de *pré-diapause* par l'intermédiaire peut être de secrétions hormonales; mais nous savons très peu de choses sur ce point. Quoi qu'il en soit une des manifestations les plus caractéristiques serait la perte d'eau; ce qui se traduirait par des phénomènes secondaires, tels que les accumulations d'urates ou d'autres produits d'excrétion dans l'organisme, signalés par E. Roubaud chez les Muscides. Les manifestations peuvent varier suivant les espèces, car H.-L. Parker et W. R. Thompson (1927) n'ont pas observé de différences sensibles dans la teneur en substances d'excrétion des chenilles de *Pyrausta nubilalis*; dans ce cas la manifestation secondaire est un ralentissement marqué de l'évolution des gonades mâles. Enfin l'élimination de l'eau peut expliquer la cessation de l'action des enzymes.

La manifestation rythmique de la diapause s'observe chez des organismes plus simples

que les Insectes. Les Vers de terre *Allobophora terrestris* Say et *A. longa* Ude, élevés à une température constante de 15-18° dans des pots de terre où la température, l'humidité, la nourriture varient peu, entrent en diapause pour une durée de deux mois vers la fin du printemps, ou le début de l'été, jamais à une autre période (Avel, 1925). Les expériences de cet auteur démontrent qu'on ne peut incriminer la dessication, la chaleur, le froid, l'alimentation, ni l'épuisement des glandes génitales, car les adultes qui ont pondu, les isolés qui n'ont pu s'accupler, les castrés, les jeunes, présentent l'arrêt évolutif au même moment.

Enfin les conditions défavorables du milieu peuvent influer non seulement sur l'état physiologique des animaux qui les subissent mais aussi sur leur descendance, en augmentant, semble-t-il, la sensibilité à la diapause. On sait depuis longtemps que les œufs de Ver à soie incubés à une température assez élevée (25°) engendrent des papillons dont les œufs entrent pour la plupart en diapause alors que les papillons provenant d'œufs élevés à une température inférieure à 15° ont des œufs qui, dans l'ensemble, évoluent sans présenter de stade d'arrêt.

K. W. Babcock (1927) a obtenu des faits comparables dans ses recherches sur *Pyrausta nubilalis*. Les papillons élevés dans des conditions satisfaisantes donnent naissance à des chenilles dont 14 p. 100 entrent en diapause; le nombre de chenilles univoltines atteint 37 p. 100 pour les papillons élevés dans un milieu froid et sec et 72 p. 100 pour ceux dont l'évolution s'est poursuivie dans un milieu chaud et sec.

## VI. Importance du phénomène de la diapause en entomologie.

Les arrêts de développement et la diapause ont été interprétés par plusieurs auteurs comme des états physiologiques assurant à l'animal une plus grande résistance aux facteurs défavorables. Il est indéniable que ces états particuliers, en ralentissant le métabolisme de l'animal, permettent à ce dernier de survivre à des conditions temporaires difficiles ou impossibles à supporter à l'état «actif».

Doit-on dire pour cela que la diapause assure au mieux la conservation de l'espèce? Tel est bien l'avis de K. W. Babcock. Sur ce point, il est difficile de formuler une opinion générale car l'intervention de la diapause peut être favorable ou non à la pullulation de l'espèce suivant la région climatique et même suivant le climat de l'année. La diapause est nuisible à l'extension d'une espèce en diminuant le nombre possible des générations, elle est utile en plaçant l'insecte dans des conditions physiologiques particulières qui lui permettent de résister au froid de l'hiver ou à la sécheresse de l'été.

Dans la moitié Nord de la France, les Doryphores adultes de la génération d'été apparaissent dans la deuxième quinzaine de juillet, c'est-à-dire à une époque où la température est élevée et l'humidité relative de l'air faible; ces conditions contribuent généralement à provoquer la diapause et l'insecte s'enfonce en terre d'où il ne sortira qu'au printemps suivant. Les périodes pluvieuses peuvent amener l'émergence de quelques insectes mais le plus souvent l'animal regagne le sol dès que la sécheresse se fait sentir à nouveau.

Dans le centre de la France une proportion assez faible de Doryphores adultes fraichement éclos pondent vers la fin du mois de juillet; les adultes et les larves trouvent difficilement à cette époque des jeunes feuilles de pommes de terre; leur croissance est lente et ces insectes succombent généralement dès les premiers froids.

Dans la zone de la culture du maïs, il y a deux générations complètes et les adultes de la deuxième génération hivernent normalement. Dans la région méditerranéenne (zone

de l'olivier), quelques individus de la deuxième génération d'adultes fournissent quelques pontes; les larves meurent au début de l'hiver.

Pour le Doryphore, la diapause apparaît donc conservatrice de l'espèce dans la moitié septentrionale de la France et dans la zone de culture de l'olivier (2e génération).

Nous avons vu (page 22), les particularités de la biologie du Carpocapse; dans la région parisienne la diapause s'observe sur 90 à 98 p. 100 des chenilles et produit un cycle à une génération annuelle; les quelques chenilles dont la torpeur cesse rapidement donnent naissance à une quantité réduite de larves qui hivernent aussi normalement que les chenilles hibernantes de première génération. Ici la diapause est nettement défavorable à la multiplication de l'espèce.

Dans la région de la Volga moyenne, D. M. Steinberg et S. A. Kamensky (1936) signalent que pendant les années où les conditoins climatiques favorisent la végétation, les chenilles de *Loxostege sticticalis* évoluent sans diapause et sont tuées par le froid ce que amène une disparition massive de l'insecte.

## VII. Conclusions.

L'étude de la diapause chez les Insectes peut être envisagée à un double point de vue :

1° *Au point de vue physiologique.* Bien des points sont encore à éclaicir dans la détermination des facteurs qui déclenchent la diapause et qui la font cesser. Il ne fait pas de doute qu'une connaissance plus précise des conditions optima de développement des Insectes permettra de faire passer un certain nombre d'Insectes « hétérodynames » dans la catégorie des « Insectes homodynames ». L'élevage ininterrompu d'insectes à hétérodynamie très poussée poursuivi pendant plusieurs années et dans des conditions favorables de milieu, permettra vraisemblablement en faisant disparaître ce que j'ai appelé la phase de dépression rythmique, d'obtenir des générations se succédant sans interruption.

2° *Au point de vue de l'Entomologie agricole.* La discrémination des facteurs climatiques qui paraissent conditionner l'univoltinisme le bivoltinisme ou le polyvoltinisme présente un intérêt considérable. On peut espérer que la connaissance précise des conditions de développement des Insectes présentant des arrêts de développement ou des diapauses vraies, permettra de prévoir un certain temps à l'avance le nombre de générations que ceux-ci pourront présenter en fonction des particularités climatiques de l'année ou, pour un Insecte nouvellement introduit, le nombre de générations qui pourront normalement se succéder dans le pays ou la région contaminée.

Station Centrale de Zoologie agricole.

## BIBLIOGRAPHIE.


Abeloos (M.), 1935. — Diapause larvaire et éclosion chez le coléoptère *Timarcha tenebricosa Fab.* (*C. R Acad. Sc.*, p. 2112-2114.)

Avel (M.), 1929. — Recherches expérimentales sur les caractères sexuels somatiques des lombriciens. (*Bull. biol. France et de Belgique*, 1929, p. 150-318.)

Babcock (K.W.), 1924. — Environmental studies on the European corn-borer (*Pyrausta nubilalis* Hübn). [*J. Econ. Ent.*, 17, p. 120-125.].

Babcock (K.W.), 1927. — The European corn-borer (*Pyrausta nubilalis* Hübn), I. A discussion of its dormant periode. (*Ecology 8*, p. 45-59.)

II. A discussion of its seasonal history in relation to various climates. (*Ecology* 8, p. 177-193.)

Bachmetjew, 1907. — Experimentelle entomologische Studien vom physikalisch chemischen Standpunkte aus, Bd II Einfluz der äusseren Faktoren auf Insekten-Staatsdruckerei. (Sophia, p. 944.)

Balachowsky (A.), 1932. — Étude biologique des Coccides du Bassin Occidental de la Méditerranée. (1 vol. 214, p. P. Lechevalier, édit., Paris.)

Balachowsky (A.), 1939. — Les Cochenilles de France, d'Erope, du Nord de l'Afrique et du Bassin méditerranéen. III caractères généraux des cochenilles. Reproduction, développement embryonnaire, développement post embryonnaire. (1 vol., 112 p., Hermann et Cie, édit. Paris.)

Balachowsky (A.) et Mesnil (L.), 1935-1936. — Les Insectes nuisibles aux plantes cultivées. (2 vol., Busson, édit., Paris.)

Balachowsky (A.) et Viennot. Bourgin (G.), 1939. — Cinq années de Recherches sur le Carpocapse (*Laspeyresia pomonella* L.), en France. (*Annales des Epiphyties*, p. 123-181.)

Barber (G. W.), 1925. — Remarks on the number of generations of the European Corn Borer in America. (*Journ. Ec. Ent.*, XVIII, p. 496.)

Baumberger (J. R.), 1914. — Studies in the longevity of insects. (*Ann. Entom. Soc. Amer.*, vol. 7, p. 323-353.)

Baumberger (J. R.), 1917. — Hibernation : a periodical phenomen. (*Ann. Ent. Soc. Amer.*, vol. 10, p. 179-186.)

Bishop (G. H.), 1923. — Body fluid of the Honeybee Larva. I. Osmotic Pressure. Specific Gravity, pH, $O^2$ Capacity, $CO^2$ Capacity and Buffer Value and their Changes with Larval Activity and Metamorphosis. (*Jour. Biol. Chem.*, 58, p. 543-566.)

Bodenheimer (F. S.) 1938. — Problems of Animal Ecology. (Oxford University Press, 1 vol., p. 183.)

Bodine (J.H.), 1921. — Factors influencing the water content and the rate of métabolism of certain Orthoptera. (*J. Exper. Zool.* 32, p. 137-164.)

Bodine (J. H.), 1929. — Factors influencing the rate of respiratory metabolism of a developing egg. (Orthoptera). [*Physiol. Zoology*, t. II, p. 459-482.]

Bodine (J. H.), 1932. — Hibernation and diapause in certain Orthoptera. II., III (*Physiol. Zool.*, 5 p. 538-548 et 549-554.)

Bordage (E.), 1910. — A propos de l'hérédité des caractères acquis. (*Bull. Biol. France et Belgique*, t. XLIV, p. 51-58.)

Boyce (A. M.), 1931. — The diapause phenomenon in insects, with spécial reference to *Rhagoletis completa* Cress (Trypetidae), [*J. Econ. Ent.*, p. 1018-1024.)

Breitenbecher (J. K.), 1918. — The relation to the behavior of the Potato-beetle in a desert, p. 343-382, in Tower (W. L.). The Mechanism of evolution in Leptinotarsa.

Burkholder (J. R.), 1934. — A quantitative study of respiratopy metabolism in single developping eggs (Orthoptera), [*Physiol-Zool.* Chicago, 7, 1934, p. 247-270.)

Buxton (P. A.), 1932. — Terrestrial insects and the humidity of the environment. (*Biol. Rev.* Cambridge, 7, p. 275-320.)

BRUMPT (E.), 1936. — Précis de parasitologie (2 vol., Masson, édit, Paris.)

BRUMPT (E.), 1934. — Fréquence saisonnière et diapause larvaire de la mouche *Lucilia bufonivora*. (*C. R., Acad. Sciences*, Paris, p. 206-208.)

CAPPE DE BAILLON (P.), 1935. — La diapause du *Pseudorhynchus annulatus* Karny. (Orthopt. Tettigoniidae). [*Bull. Biol.*, Paris 69, p 259-264 )

CHAUVIN (R.), 1943. — Études sur la physiologie comparée des Orthoptères. III. La diapause embryonnaire chez quelques Tettigonides et plus spécialement chez le Phanéroptère. (*Bull. Soc. Ent. France*, p. 69-76.)

COUSIN (G.), 1932. — Étude expérimentale de la diapause des insectes. (*Bull. Biol.*, supp. 15, 341 p.)

COUSIN (G.), 1933. — Étude biologique d'un Chalcidien *Mormoniella vitripennis* Walk. (*Bull. Biol. France et Belgique*, 67, p. 371-400.)

COUSIN (G.), 1937. — Les arrêts du développement chez *Lucilia ampullacea* et remarques sur la diapause. (*Bull. Soc. Ent. France*, Paris, p. 218-221.)

COUSIN (G.), 1933. — La diapause chez *Lucilia bufonivora* Meig. (*Bull. Soc. Ent. France*, p. 261-264.)

DAMMERMANN (K. W.), 1915. — De systboorderplaag op Java. (*Buitenzorg Meded.* Afd *Plantenziekten* 16, p. 1-70.)

DAWN (R. W.), 1931. — The problem of voltinism and dormancy in the Polyphemus moth [*Telea polyphemus* Cramer]. (*J. Exp. Zool.* 59, p. 87, 131.)

DECOPPET (M.), 1920. — Le Hanneton. (130 p., Lausanne.)

DELMAS (R.), 1926. — Note sur la biologie de *Pristiphora conjugata* Dahlbom. (*Bull. Biol. France et de Belgique*, p. 447-472.)

DEWITZ (J.), 1924. — Experimentelle Untersuchungen ueber die Verwandlung der Insektenlarven. (*Zool. Yahrb. abt. Physiol.*, t. XLI, p. 245-324.)

DOUGLAS (J. R.), 1928. — Precipitation as a factor in the emergence of *Epilachna corrupta* from hivernation. (*J. Econ. Ent.*, 21, p. 203-213.)

DUCLAUX (E.), 1869. — De l'influence du froid de l'hiver sur le développement de l'embryon du Ver à soie et sur l'éclosion de la graine. (*C. R. Ac. Sciences 69*, p. 1021-1022.)

DUCLAUX (E.), 1876. — De l'action physiologique qu'exercent sur les graines de ver à soie des températures inférieures à zéro. (*C. R. Ac. Sciences* 83, p. 1049-1051.)

EMDEM V. (F.), 1932. — Ueber die erbliche bindung von latenzen an Jahreszeiten. (*V^e Congrès international d'Entomologie*, p. 813-822.)

EPSTEIN (W.), 1930. — Zur frage über die Determination des Voltinismus bei Speidenspinner [*Sericaria mori L.*]. (*Revue Zool. russe* X, p. 77-89 (en russe), résumé dans *Année biologique 1931*, p. 177.)

EVANS (A. C.). — 1935. — Studies on the influence of the environment on the sheep blow fly *Lucilia sericata* Meig. I. The influence of humidity and temperature on the egg. (*Parasitology* 26. p. 366-377.)

EVANS (A. C.), 1935. — Studies on the influence of the environment on the sheep blow-fly *Lucilia sericata* Meig. II, III. *Parasitology*. 27, (p. 291-298, 299-307.)

FERRIS (G. F.), 1919. — A remarquable case of longevity in insects. (*Ent. News. Phil.* 30, p. 27-28.)

FINK (D. E.), 1925. — Physiological studies on hibernation in the potato beetle. *Leptinotarsa decemlineata* Say. (*Biol. Bull.* 49, p. 381-406.)

GIARD (A.), 1894. — L'anhydrobiose ou ralentissement des phénomènes vitaux sous l'influence de la déshydratation progressive. (*C. R. Soc. Biol. Paris* 46, p. 497-500.)

GIARD (A.), 1896. — Retard dans l'évolution déterminée par l'anhydrobiose chez un hyménoptère chalcidien [*Lygellus epilachnae* nov. gen. et nov. spec.] (*C. R. Soc. Biol.*, t. 48, p. 837-839.)

GIARD (A.), 1896. — Sur un changement de régime des larves de *Melanotus mellina*. (*Bull. Soc. Ent. France*, p. 234-235.)

GIARD (A.), 1902. — Sur l'éthologie des larves de *Sciara medullaris* Gd. (*C R. Ac. Sc.*, 134, p. 1179-1185.)

GIERKE (E. J. 1932. — Ueber die Haütungen und die Entwicklungsgeschwindigkeit der Larven der Mehlmotte *Ephestia kühniella* Zeller. (*Arch. Entwmech., Berlin*, p. 387-410.)

GOLDSCHMIDT (R.), 1927. — Physiologische Theorie der Vererbung-Springer, Berlin.

GOLDSCHMIDT (R.), 1932. — Untersuchungen zur Genetik der geographischen Variation V. Analyse der Ueberwinterungszeit als Anpassungscharakter. (*Arch. Entw. Mech., Berlin*. 126, p. 674-768.)

GOOT (P. van der), 1925. — Levenswijze en bestrijding van der witten rijstboorder op Java. (*Meded. Inst Plantenziekten* Buitenzorg 66, 306 p.)

GRASSE (P.), 1922. — Étude biologique sur le Criquet égyptien [*Orthacanthacris aegyptia* L). (*Bull. Biol. France et Belgique*, t. LVI, p. 545-578.)

GRISON (P.), 1939. — Recherches sur le déterminisme de la sortie printanière du Doryphore. (*Revue de Zoologie Agricole*, p. 26-29.)

Hecht (O.), 1933. — Die Blutnahrung die Erzeugung der Eier und die Ueberwinterung der Stechmueckenweibchen. (*Arch. Schiffs. u. Tropenhyg.* 37, Beih., n° 3.)

Heller (J.), 1926. — Chemische Untersuchungen ueber die metamorphose der Insekten never der Hungerstoffwechsel der Schmetterlinge. (*Biochem. Zeits.*, t. 172, p. 74-81.)

Heller (J.), 1930. — Sauerstoffverbrauch der Schmetterlingspuppen in Abhängigkeit von der Temperatur. (*Z. Vergl. Physiol.* 11, p. 448-460.)

Henneguy (F.), 1904. Les Insectes, 1 vol., 804 p., Paris.

Hennings (C.), 1907. — Experimental biologische Studien an Borken Käfern. I. *Tomicus typographicus. Zeit. Land und Forst. wirt* (t. 5.)

Kamensky (C. A.) et Païkine, 1939. — Les raisons du sommeil de plusieurs années de *Bothynoderes punctiventris* Germ. (*Bulletin of Plant Protection n° 1* (20) en russe [trad. M. Vasseur].)

Kozhanchikox (I. V.), 1938. — Physiological conditions of Cold-hardiness in Insects. (*Bull. Ent. Res.* 29, p. 253-262.)

Kozlovsky (S.), 1937. — Sur le décalage des générations du *Leptinotarsa* decemlineata Say en milieu artificiel. (*Ann. des Epiphyties*, p. 99-110.)

Lecaillon (A.), 1920. — Sur les œufs intermédiaires entre les œufs d'été et les œufs d'hiver qui se produisent chez le Bombyx du mûrier. (*C. R. Ac. Sc.*, t. CLXX, p. 1085.)

Launsbury (C. P.), 1915. — Some phases of the locust problem. (*S. Afr. J. Sc.*, p. 1-13.)

Marchal (P.), 1897. — Les Cecidomyies des céréales et leurs parasites. (*Ann. Soc. Ent., France*, 66, p. 1-105.)

Marchal (P.), 1907. — La Cecidomyie des Poires *Diplosis* [*Contarinia*] *pyrivora* Riley. (*Ann. Soc. Ent. France*, p. 5-27.)

Marchal (P.), 1936 — Recherches sur la biologie et le développement des Hyménoptères parasites. Les *Trichogrammes*. (*Ann. Epiphy.*, 1936, p. 447-567.)

Martini (E.), 1921. — Zur Bionomie unserer Steckmuecken. (*Arch. Schiffs. und Tropenhyg.* 25, p. 341.)

Mayet (V.), 1896. — Note sur *Margarodes vitium* Giard. (*Bull. Soc. Ent. France*, p. 50-51.)

O'Kane (W. C.) and Lowry (P. R.), 1927. — The European corn borer. Life history in New Hampshire. (*Bull. News Hamps. Agric. Expt. Durham.* 33, 1927, 39 p.)

Parker (H. L.) and Thompson (W. R.), 1927. — A contribution to the study of hibernation in the larva of the European corn-borer [*Pyrausta nubilalis* Hubn]. (*Ann. Ent. Soc. America*, 20 p. 10-22).

Payne (N. M., 1926.— The effect of environmental temperatures upon insect freezing points. (*Ecology*, 7, p. 99-106.)

Payne (N. M.), 1927. — Freezing and survival of Insects at low temperatures. (*Journ. Morph.*, t. XLIII p. 521-545.)

Picard (F.), 1923. — L'hibernation des chenilles de *Pieris Brassicae*. (*Bull. Biol. France-Belgique* 57, p. 98-106.)

Picard (F.), 1923. — Recherches biologiques et anatomiques sur *Melittobia acasta* Walk [Hymenopt. Chalcidien]. (*Bull. Biol. France et Belgique* 57, p. 469-508.)

Picard (F.), 1926. — Recherches sur la biologie de l'Altise de la Vigne (*Haltica ampelophaga* Guer). [*Ann. Épiphyties*, t. XI, p. 177-196.]

Rabaud (E.), 1928. — Éléments de biologie générale. (1 vol., 478 p., Paris.)

Readio (P.-A.), 1931. — Dormancy in *Reduvius personatus* L. (*Ann. Ent. Soc. of Amer.*, 24, p. 19-39.)

Robinson (W.), 1928. — Water conservation in Insects. (*Journ. Écon. Entom.*, n° 21, p. 897-902.)

Roubaud (E.), 1918. — Rythmes physiologiques et vol spontané chez l'*Anopheles maculipennis*. (*C. R. Ac. Sc.*, t. CLXVII, p. 967-969.)

Roubaud (E.), 1922. — Sommeil d'hiver cédant à l'hiver chez les larves et nymphes de Muscides. (*C. R. Ac. Sc.*, t. CLXXIV, p. 964-966.)

Roubaud (E.), 1922. — Études sur le sommeil d'hiver pré-imaginal des Muscides. (*Bull. Biol. France et Belgique*, t. LVI, p. 455-544.)

Roubaud (E.), 1923. — Les désharmonies de la fonction rénale et leurs conséquences biologiques chez les Moustiques. Les faits et leur application. (*Ann. Inst. Past.*, t. XXXVII, p. 627-679.)

Roubaud (E.), 1925. — La réactivation climatique et la distribution géographique des espèces. (*C. R. Assoc. fr. Av. Sc.*, t. XLVIII, p. 982-986.)

Roubaud (E.), 1926, et Colas-Belcour (J.). — La torpeur hivernale obligatoire et ses manifestations diverses chez nos Moustiques indigènes. (*C. R. Ac. Sc.*, t. CLXXXII, p. 871-873.)

Roubaud (E.), 1927. — Sur l'hibernation de quelques Mouches communes. (*Bull. Soc. ent. France*, p. 24-25.)

Roubaud (E.), 1927. — Les formes de l'hétérodynamie chez les insectes à plusieurs générations. (*Bull. Soc. Ent. France*, p. 61-64.)

ROUBAUD (E.), 1927. — L'hétérodynamie et le rôle de l'athermobiose dans le cycle évolutif de *Phlebotomus papatasii*. (*Bull. Soc. Path. exot.*, t. XX, p. 613-619.)

ROUBAUD (E.), 1927. — L'anhydrobiose réactivante dans le cycle évolutif de la Pyrale du Maïs. (*C. R. Ac. Sc.*, t. CLXXXVI, p. 792-793.)

ROUBAUD (E.), 1928. — L'influence maternelle dans le déterminisme de l'asthénobiose acyclique. Métagonie et réactivants métagoniques. (*C. R. Ac. Sc.*, t. CLXXXVI, p. 1236-1238.)

ROUBAUD (E.), 1928. — Biological researches on *Pyrausta nubilalis*. Hb. (*Internat. corn. borer investigations. Sc. Rep.* 1927-1928, p. 1-40, Chicago.)

ROUBAUD (E.), 1928. — Longue durée de l'asthenobiose pseudohivernale chez *Phlebotomus papatasii*. (*Bull. Soc. Path. exot.*, 21, p. 107.)

ROUBAUD (E.), 1928. — Asthenobiose et hibernation obligatoire provoquées chez *P. papatasii*. (*Bull. Soc. Path. exotique*, 21, p. 436.)

ROUBAUD (E.), 1929. — Recherches biologiques sur le Moustique de la fièvre jaune, *Aedes argenteus*. Poiret. Facteurs d'inertie et influences réactivantes du développement. Les œufs durables et leur importance dans le rajeunissement du cycle évolutif. (*Ann. Inst. Past.*, t. XLIII, p. 1093-1209.)

ROUBAUD (E.), 1929. — Caractère obligatoire de l'hibernation chez les reines de Vespides annuels. Conséquences biologiques. (*Bull. Soc. Ent. France*, p 83-84.)

ROUBAUD (E.), 1930. — Suspension évolutive et hibernation larvaire obligatoire provoquées par la chaleur chez le Moustique commun *Culex pipiens* L. Les diapauses vraies et les pseudo-diapauses chez les Insectes. (*C. R. Ac. Sc.*, t. CXC, p. 324-326.)

ROUBAUD (E.), 1931. — Fatigue évolutive cyclique et lignées infatigables chez la mouche verte commune, *Lucilia sericata* Meig. (*C. R. Ac. Sc.*, t. CXCIII, p. 204-205.)

ROUBAUD (E.), 1932. — Les phénomènes d'inertie évolutive chez la mouche verte commune, *Lucilia sericata* Meig. (*Soc. Ent. France*, Livre centenaire, p. 213-224.)

ROUBAUD (E.), 1935. — Vie latente et condition hibernale provoquées par les influences maternelles chez certains invertébrés. (*Ann. Sc. Nat. Paris*, p. 38-51.)

ROUBAUD (E.) et COLAS-BELCOUR (J.), 1934. — Observations sur la biologie de l'*Anopheles plumbeus* III. Le chevauchement des générations dans le cycle hivernal. (*Bull. Soc. Path. Exot.*, 27, p. 546-551.)

ROWLEY (R.-R.), 1923. — Extended pupal duration. (*Canad. Ent.*, 55, p. 198.)

SABROSKY (C.-W.), LARSON (L.) et NADOURS (R.-K.), 1933. — Experiments with light upon reproduction, growth and diapause in grouse locuts (Acrididae-Tettiginae). [*Trans. Kansas Acad. Sc.* Manhattan, 36, p. 298-300.)

SAUTET (J.), 1933. — La diapause hibernale des larves d'*Anopheles bifurcatus*. (*Ann. Parasit. Hum. comp.*, Paris, 1933, p. 161-172.)

SCHMIEDER (R.-G.), 1939. — On the dimorphism of cocoons of *Sphecophaga burra* (Cresson) Hymenoptera-Ichneumonidae. (*Ent. News*, 50, p. 91-97.)

SHELFORD (V.-E.), 1929. — Laboratory and field ecology. (1 vol., 608 p.)

SKOBLO (J.), 1935. — Influence of the intermittent starvation of the developpment of the larve of meadow-moth. *Loxostege sticticalis* (*Revue Russe Zoologie* 14 (1), p. 159-170.)

SPOONER (C.-S.), 1927. — A study of the catalase content of codling math. larvae. (*Bull. Illinois Nat. Hist. Sur.* 16, p. 441-446.)

STANDFUSS (M.), 1895. — On the causes of variation and aberration in the imago stage of butterflies, with suggestions on the establishment of new species. (*The Entomologist*, vol. XXVIII, p. 69-76, 102-114, 142-150.)

STANDFUSS (M.), 1896. — Handbuch der palãarktischen Gross-Schmetterlinge för Forscher und Sammler-Iena, 392 p.

STEINBERG (D.-M.) et KAMENSKY (S.-A.), 1936. — Les premisses œcologiques de la diapause de *Loxostege sticticalis* L. (Pyralidae). [*Bull. Biol. de France et de Belgique*, 70, p. 145-183.)

THEODOR (O.), 1934. — Observations on the hibernation of *Phlebotomus papatasii* (Dipt). [*Bull. Ent Research*, 25, p. 459-472.)

TOWER (W.-L.), 1906. — An investigation of evolution in Chrysomelid beetles of the genus *Leptinotarsa*. (*Carnegie Inst. Wash.* Publ., n° 48. p. 1-320.)

TOWER (W.-L.), 1917. — Inheritable modifications of the water relation in hibernation of *Leptinotarsa decemlineata* Say. (*Bull. Biol. Woods Hole*, 33, p. 229-257.)

TOWER (W.-L.), 1918. — The mechanism of evolution in *Leptinotarsa*. (1 vol., p. 384.)

TOWNSEND (M.), 1926. — The breaking-up of hibernation in the codling-moth larva. (*Ann. Ent. Soc. Amer.*, 19, p. 429-439.)

TROUVELOT (B.), 1936. — Remarques sur l'écologie du Doryphore en 1935 dans le Massif Central et le centre de la France. (*Revue de Zoologie agricole et appliquée*, p. 33-37.)

Uvarov (B.-P.), 1928. — Locusts and Grasshoppers. (*Imperial Bureau of Entomology*, London, 352 p.)
Uvarov (B.-P.), 1931. — Insects and climate. (*Trans Ent. Soc. London*, 79 ,p. 104-113.)
Varley (G.-C.), and Butler (C.-G.), 1933. — The acceleration of developpement of insects by parasitism. (*Parasitology*, 25, p. 263-268.)
Volkonsky (M.), 1937. — Élevage et croissance larvaire du Criquet égyptien, *Anacridium aegyptium* L. (*C. R. Soc. Biol.*, Paris, 1937, p. 739-742.)
Weese (A.-O.), 1924. — Animal ecology of an Illinois elm. maple forest. (*Ill. Biol Mon.*, 9, p. 345-438.)
Weise (J.), 1900. — Kurze Mitteilungen über ostafrikanische Coccinelliden und Beschreibungen neuer Arten. (*Dt. Ent. Z.*, 1900.)
Wheeler ( W.-M.), 1893. — A contribution to Insect embryology. (*Journ. of Morph.*, t. IV, p. 68.)
Wigglesworth (V.-B.), 1933. — The physiology of the cuticle and of ecdysis in *Rhodnius prolixus;* with special reference to the fonction of the œnocytes and of the dermal glands .(*Quart. J. micr. Sc.*, London, 76, p. 269-318.)
Wigglesworth (V.-B.), 1934. — The physiology of ecdysis in *Rhodnius prolixus* (Hemiptera)II Factors controlling moulting and «metamorphosis». (*Quart. J. mic. Sc.*, London, 77, p. 191-222.)
Wigglesworth (V.-B.), 1936. — The fonction of the corpus allatum in the growth and reproduction of *Rhodnius prolixus* (Hemiptera). [*Quart. J. Micr. Sc. London*, 79, p. 91-122.]
Wigglesworth (V.-B.), 1937. — Wound healing in an insect (*Rhodnius prolixus* Hemiptera). [*J. exp. Biol.*, London, 14, p. 364-381.)
Wigglesworth (V.-B.), 1939. — The principles of Insect physiology. (1 vol., 415 p. Methuen and Co-London.)
Zweigelt (F.), 1928. — Der Maikäfer. (1 vol., 453 p. P. Parey, édit., Berlin.)

# SUR QUELQUES MOSAÏQUES CHRONIQUES DE LA POMME DE TERRE [1]

par Pierre LIMASSET

Directeur adjoint de laboratoire à la Station Centrale de Pathologie végétale.

## Introduction.

Certaines variétés de Pommes de terre sont affectées de façon chronique par des Mosaïques très légères. Lorsqu'on parcourt un champ, au début du mois de juillet, alors que la végétation atteint son maximum de luxuriance, on voit alors que toutes les plantes, sans aucune exception, présentent sur leurs feuilles de légères marbrures qui n'apparaissent d'ailleurs qu'aux yeux d'observateurs bien entraînés. Ce symptôme est fugace. Il disparaît au bout de quelques semaines.

Ces Mosaïques chroniques sont bien tolérées par la Pomme de terre, à la condition toutefois qu'une sélection constante les maintienne à ce stade léger. La productivité reste en effet satisfaisante. Il est vrai qu'en l'absence de lots sains susceptibles de fournir des points de comparaison, il est impossible d'affirmer qu'elle n'est pas diminuée en quelque mesure.

Nous nous sommes proposé, en entreprenant ce travail, de déterminer les agents de trois Mosaïques chroniques. Ce sont celles des variétés *Royal-Kidney*, *Arran Banner* et *Doon-Star*. On verra que, dans les trois cas, nous avons été conduits à incriminer le virus X de la Pomme de terre. Nous mettons dès à présent le lecteur en garde contre toute généralisation abusive. Il ne faudrait pas admettre, à partir de nos essais, que toutes les Mosaïques chroniques soient dues au virus X. Des travailleurs étrangers ont attribué certaines d'entre elles, soit au virus A, soit au virus Y de la Pomme de terre. C'est seulement l'élargissement des essais à d'autres variétés qui permettra de déterminer le rôle joué par ces deux derniers virus dans le déterminisme des Mosaïques chroniques des variétés cultivées en France.

Les trois virus X, Y et A sont les trois virus importants et répandus dans la nature susceptibles de provoquer l'apparition de Mosaïques chez la Pomme de terre [2]. Le pre

[1] Mémoire déposé le 1er juillet 1944.

[2] Le virus de la Mosaïque aucuba est doué de propriétés bien particulières. D'autres virus sont presque des curosités de laboratoire. Leur présence eût d'ailleurs été décelée. Le plus important d'entre eux, le virus D de BAWDEN, se rattache étroitement au virus X dont il n'est qu'une race très spécialisée.

mier n'a jamais pu être transmis expérimentalement par l'intermédiaire d'insectes vecteurs. Son mode de dissémination dans la nature reste, pour cette raison, énigmatique. Les deux autres, Y et A, sont transmissibles par divers pucerons suçeurs de sève, tels que le *Myzus persicae* Sulz. Enfin, tous trois sont inoculables mécaniquement par simple friction d'une feuille en présence d'un jus infectieux. Cette technique sera décrite en détail dans un paragraphe ultérieur.

Pour distinguer à coup sûr ces trois virus, il est nécessaire de les inoculer à des « plantes épreuves » [1] choisies en raison de leurs réactions spécifiques en présence de tel ou tel d'entre eux. On peut utiliser à cet effet, soit certaines variétés de Pomme de terre, soit diverses plantes appartenant, pour la plupart, à la famille des Solanées. Nous avons choisi le Tabac (var. *White Burley*) qui est la plante épreuve la plus sensible et la plus universelle, le *Datura Stramonium* et le *Nicotiana glutinosa*.

Les deux premières plantes permettent de distinguer avec sécurité le virus X des virus Y et A. Les souches les plus communes du virus X provoquent en effet sur le Tabac des symptômes nécrotiques que nous décrirons ultérieurement et qui se distinguent très nettement de ceux qui sont engendrés par le virus Y ou le virus A : éclaircissement du réseau des nervures des jeunes feuilles, suivi de l'apparition de bandes vert foncé discontinues et d'épaisseur irrégulière le long de la nervure principale et des nervures secondaires des feuilles plus âgées. Le Datura, inoculé par le virus X, est rapidement atteint par une magnifique Mosaïque plane. Il est au contraire résistant au virus Y et ne peut être inoculé par le virus A que si on le greffe sur une plante infectée par ce dernier. Enfin, le *N. glutinosa* permet de distinguer le virus Y du virus A, propriété que nous n'avons pas eu besoin d'utiliser dans ce travail. Cette plante est résistante au virus A et sensible au virus Y (5). Elle réagit à l'infection de ce dernier par un éclaircissement des nervures des jeunes feuilles suivi, selon Köhler d'une Mosaïque à taches jaunes [2] accompagnée de déformations foliaires et d'un raccourcissement des entre-nœuds aboutissant au nanisme. Le *N. glutinosa* est également sensible au virus X et réagit à ce dernier par des Mosaïques très intenses.

C'est en nous basant sur ces épreuves qu'il nous a été possible, comme nous le verrons, de déterminer le virus X.

Dans le cas de la Mosaïque de la variété *Royal Kidney* nous avons dû, en présence du peu de netteté des symptômes présentés par les Tabacs inoculés, utiliser un artifice qui consistait, comme nous le verrons, à réinoculer ces Tabacs par une souche virulente du virus X. Ils ne présentèrent aucun symptôme nouveau, tandis que des lésions caractéristiques du virus X prenaient naissance sur les plantes vierges témoins inoculées en même temps. Or, d'après les travaux de Salaman (13), seule une race peu virulente du virus X peut prémunir le Tabac contre l'inoculation de races virulentes de ce même virus. Nous en avons déduit que le virus des *Royal Kidney* était bien le virus X. Conclusion qui fut d'ailleurs confirmée par d'autres observations.

Pour préciser la portée de cette expérience et de quelques autres essais effectués au cours de nos recherches, il nous paraît d'ailleurs utile de retracer ici, avant d'entrer dans le vif du sujet, un bref résumé des travaux relatifs au phénomène de prémunition chez les plantes infectées par des virus, travaux qui sont encore peu connus en France [3].

[1] Lorsqu'on a déterminé avec certitude, par cette technique, une souche d'un de ces virus il devient possible de caractériser rapidement les autres souches par la méthode sérologique.

[2] Dans des essais, encore inédits, effectués avec le virus Y, nous avons personnellement observé certains des symptômes signalés par Köhler, le raccourcissement des entrenœuds, le nanisme, les déformations foliaires. Par contre, la Mosaïque a taches jaunes ne s'est pas manifestée.

[3] Ce résumé n'est pas complet. Nous avons simplement fait état de quelques travaux saillants permettant de fixer les traits essentiels de cette question difficile.

La prémunition fut mise en évidence, chez les plantes atteintes de maladies à virus, grâce aux travaux de Thung (15), parus en 1931, et de Salaman (13), publiés en 1933. Ces deux chercheurs montrèrent que si l'on inocule au Tabac une race peu virulente du virus de la Mosaïque du Tabac (Thung) ou du virus X de la Pomme de terre (Salaman), la plante est protégée, après écoulement d'une certaine incubation, contre la pénétration d'une race virulente du *même virus* [1]. L'inoculation de cette dernière est en effet sans résultat et les symptômes demeurent bénins, tandis que les plantes vierges témoins, inoculées en même temps, sont gravement atteintes. Ces constatations ont pu être étendues, par la suite, à d'autres infections, mais, dans tous les cas, il n'a jamais été possible de prémunir une plante contre une race particulière d'un virus autrement qu'en lui inoculant une autre race *du même virus*. Il s'ensuit que lorsqu'une souche inoculée à une plante, protège celle-ci contre l'infection d'un virus déterminé, il semble bien qu'on soit autorisé à conclure que cette souche doit être rapportée au virus en question. Par contre, il n'est pas certain, *a priori*, qu'une race [2] déterminée d'un virus soit capable de protéger une plante contre toutes les races du même virus. Aussi, lorsqu'une plante inoculée par telle souche inconnue n'est pas prémunie contre tel virus, nous pouvons tout au plus en inférer qu'il est *probable* que la souche éprouvée ne doit pas être rapportée au virus en question.

Diverses observations démontrent que la protection conférée par l'inoculation de la race peu virulente est liée à l'existence du virus dans les tissus. Citons, parmi d'autres, les expériences de Price (10-11). Cet auteur a observé, après Wingard (16), que divers *Nicotiana*, parmi lesquels se range le Tabac, guérissent au bout de quelque temps, après avoir présenté des symptômes de maladie, lorsqu'on les inocule par le virus du *Ring spot* du Tabac. Les plantes guéries résistent à de nouvelles inoculations du même virus. Or, elles sont encore infectées, malgré leur guérison apparente, car le jus qu'on peut extraire de leurs organes est toujours infectieux. Elles transmettent à la fois leur résistance et leur infection latente aux plantes issues de boutures. Par contre, les plantes issues de graines, *lorsqu'elles sont libérées du virus*, ce qui est le cas général, sont dépourvues de toute résistance.

Plus démonstratifs encore sont les essais de Kunkel (8) et de Köhler (7). Ces auteurs ont nettement démontré, le premier dans le cas de la Mosaïque du Tabac, le second dans celui du virus X de la Pomme de terre, que les organes ou fragments d'organes qui échappaient à l'infection restaient sensibles. Dans les expériences de Köhler, par exemple, des Tabacs sont inoculés avec des souches du virus X dont le pouvoir d'invasion est faible et qui laissent indemnes certaines régions de la feuille, par exemple le sommet. Si alors on réinocule un Tabac infecté en étalant, avec une spatule en verre, sur toute la surface d'une de ses feuilles un jus contenant une souche virulente du virus X, selon la technique qui sera décrite plus bas, on observe la production de nécroses annulaires très nombreuses dans les zones de la feuille restées saines, alors qu'il n'en apparaît aucune dans les parties envahies par le virus [3].

Ces faits démontrent que la protection conférée aux plantes, à la suite de la première

[1] Il n'y a jamais prémunition croisée entre deux virus distincts.

[2] Les races ou souches de virus sont de simples variants d'un même type dont les propriétés physicochimiques et biologiques sont extrêmement voisines, mais capables de provoquer sur certaines plantes des symptômes de gravité très différente. Au point de vue sérologique ces races possèdent un noyau antigénique commun, de sorte que l'une quelconque d'entre elles réagit avec l'immun sérum d'une autre. De plus, chacune possède ses antigènes propres, ce qui rend possible leur distinction par la méthode sérologique.

[3] Köhler a montré en 1935 qu'il n'y a pas prémunition lorsqu'on introduit le deuxième virus par greffage d'une plante infectée par ce dernier (9). Ce phénomène est explicable par le cheminement des particules de virus jusqu'aux méristèmes avec la sève élaborée. Les jeunes cellules encore vierges seraient alors envahies simultanément par les deux souches.

inoculation, ne correspond pas à un phénomène *d'immunité acquise*, au moins dans le sens consacré depuis longtemps en Pathologie humaine et animale. Chacun sait, en effet, que l'immunité acquise prend naissance, chez l'homme et les animaux supérieurs, *à la suite* d'une infection soit grave, soit bénigne et par conséquent après disparition de l'agent pathogène. Elle est due à l'existence, dans les humeurs, de substances appelées *anticorps* qui paraissent être des globulines et s'opposent à l'établissement d'une nouvelle infection. L'immunité acquise des animaux est donc *stérile*.

Pour faire saisir la différence très profonde entre l'immunité acquise des animaux et celle des plantes infectées par un virus, des auteurs de langue anglaise parlent ici *d'immunité non stérile*. Mlle Fremont (3) a fait remarquer dès 1936 qu'il s'agissait en réalité d'un phénomène de *prémunition*. Ce terme est utilisé par les médecins pour désigner des cas de protection contre de nouvelles contaminations en liaison avec la persistance d'une infection d'origine plus ancienne (Paludisme). Il convient parfaitement au cas qui nous occupe ici et fait disparaître tout danger de confusion avec l'immunité *sensu stricto*. Nous avons défendu ce point de vue en 1941 (9). Nous pouvons le soutenir aujourd'hui avec plus de poids en invoquant la haute autorité de Quanjer qui l'a récemment admis dans un travail publié en 1942 (12) et celle de Köhler (7). Cette question de terminologie n'a d'ailleurs qu'une importance très secondaire. L'essentiel est de s'entendre sur le sens accordé aux termes.

Le mécanisme de la prémunition chez les plantes infectées par un virus, n'est pas élucidé. Salaman (14) a supposé que les races du virus X possédaient toutes un radical commun A attachant la molécule du virus au cytoplasme de la plante hôte. De la sorte, lorsque cette dernière est envahie par une race quelconque de ce même virus, son cytoplasme, déjà saturé par le radical A, deviendrait incapable d'admettre l'implantation d'une nouvelle souche, tous les éléments susceptibles de s'attacher au radical A de cette dernière étant mobilisés ailleurs.

Cette explication fort ingénieuse, n'est qu'à demi-satisfaisante. Pourquoi d'ailleurs la molécule du virus serait-elle attachée au cytoplasme de la plante hôte ? Bawden (1) a supposé, beaucoup plus simplement, que ces races d'un même virus « ou bien se multiplient aux mêmes endroits, ou bien utilisent les mêmes matériaux ». On a, en effet, d'excellentes raisons de penser que leurs molécules ont une constitution presque identique et ne diffèrent très probablement entre elles que par quelques fonctions chimiques déterminant leur spécificité antigénique et leur pouvoir pathogène propre. Il est donc évident qu'elles doivent se former aux dépens des mêmes éléments préexistants dans la cellule. Lorsque l'une a déjà occupé la place, toute autre, survenant après coup, ne trouvera plus les éléments en question et ne pourra s'implanter. Au contraire, deux virus différents, tels que le virus de la Mosaïque du Tabac et le virus X de la Pomme de terre, sont certainement constitués par des molécules très différentes de sorte qu'il n'est pas invraisemblable d'admettre qu'ils s'édifient aux dépens d'éléments distincts de la cellule-hôte. Ceci expliquerait que le développement préalable de l'un nuise très peu, comme l'a montré Köhler (7), à l'implantation de l'autre.

Ne nous laissons pourtant pas éblouir par cette explication peut-être trop simple et remarquons, après Köhler (7), que d'autres phénomènes peuvent intervenir. Ainsi les Tabacs guéris, mais encore porteurs de virus, étudiés par Price (10-11), sont beaucoup plus pauvres en virus que les Tabacs malades. Ils ne sont donc pas saturés en virus. Il semble donc, *a priori*, que leur résistance ne puisse être attribuée qu'à une réaction spécifique de défense dont nous ignorons la nature. Rien ne nous autorise, pour le

moment, à admettre qu'une telle réaction joue aussi dans le cas du virus X de la Pomme de terre ou du virus de la Mosaïque du Tabac. Nous ne pouvons cependant écarter sans preuves l'hypothèse d'une telle éventualité.

## I. — Techniques d'inoculation.

Les virus X, Y et A, en présence desquels nous avions le maximum de chances de nous trouver, sont inoculables par friction. Le virus X peut être conservé plusieurs mois à la glacière. Les virus Y et A s'inactivent beaucoup plus rapidement.

La technique d'inoculation dont nous avons fait usage est tout à fait classique. Köhler en a donné une description précise (5). Elle comporte trois temps essentiels :

### I. — *Extraction du jus d'une plante malade.*

Le jus peut être extrait d'un tubercule de Pomme de terre ou du feuillage d'une plante malade. La majorité de nos extractions ont été effectuées à partir de tubercules. En effet, presque tous nos prélèvements ont été réalisés lors de tournées en Bretagne, très loin par conséquent de notre laboratoire, situé à Versailles. Or les fanes exigent d'être traitées peu de temps après leur récolte. De plus, le tubercule constitue un réservoir de virus extrêmement précieux. Les virus les plus fragiles s'y maintiennent en effet tout l'hiver sans précautions spéciales. Nous avons pu ainsi conserver des souches au cours de l'hiver 1941-1942, alors que nous ne disposions d'aucune serre chauffée pour maintenir des plantes inoculées.

Les tubercules sont lavés, épluchés, découpés en tranches fines de 1 millimètre d'épaisseur à l'aide d'un couteau stérile, puis chaque tranche est débitée en petits cubes de 1 millimètre de côté. Ces cubes sont broyés dans un mortier stérile jusqu'à obtention d'une purée. On serre cette purée dans une étamine stérile pour obtenir un jus clair.

Les fanes sont découpées en fragments que l'on broye au mortier. Il n'est pas nécessaire de faire usage d'une étamine pour séparer la pulpe. Il suffit pour cela de la remonter avec le pilon à la partie supérieure de la paroi du mortier et de la comprimer légèrement pour lui faire exprimer la plus grande partie de son jus.

De bons résultats sont également obtenus en faisant usage du broyeur Latapie. Cet appareil peut être stérilisé à l'autoclave avec la plus grande facilité.

### II. — *Inoculation.*

L'inoculation est réalisée sur de jeunes plantes ayant trois ou quatre feuilles, s'il s'agit de Tabacs ou de Daturas, davantage s'il s'agit du *N. glutinosa*.

Il est recommandé, suivant les indications de Köhler (5), de diluer le jus de Pomme de terre avec de l'eau distillée dans la porportion de 1 volume de jus pour 1 à 2 volumes d'eau [1]. Par la suite, lorsqu'on repiquera le virus de Tabac à Tabac, l'utilisation de jus brut ne présentera plus d'inconvénients.

L'opérateur place la plante devant lui et, après s'être soigneusement lavé les mains, saisit la feuille à inoculer avec sa main gauche entre le pouce d'une part, l'index et le

[1] On peut cependant réussir les inoculations en faisant usage de jus brut, mais généralement dans de moins bonnes conditions. La présence des constituants propres du jus de l'omme de terre paraît nuire au résultat de l'inoculation sur une espèce étrangère (Köhler).

médius d'autre part, en interposant, entre ses doigts, et la feuille un papier Joseph stérile destiné à éviter le contact direct[1]. Saisissant, de la main droite, un petit carton rectangulaire sur lequel un peu de poudre de carborundum a été préalablement déposée, il en saupoudre très légèrement la feuille. Après s'être débarrassé du carton, l'opérateur aspire alors un peu de jus virulent dans une pipette stérile et dépose quelques gouttes de ce dernier sur la feuille maintenue, par la main gauche, aussi horizontale que possible. La main droite s'arme ensuite d'un petit agitateur en verre dont l'extrémité libre, légèrement recourbée, lui permet d'étaler le jus en exécutant à la surface de la feuille un mouvement de va-et-vient ample, rapide et léger. Au cours de cette friction, les grains de carborundum perforent de place en place la cuticule. Ces très fines blessures, invisibles à l'œil nu et même à la loupe, permettent au virus de pénétrer dans les cellules épidermiques et de s'épandre dans la plante entière. Aussitôt après cette friction, l'opérateur arrose copieusement la feuille à l'aide d'une pissette, afin d'éliminer le jus virulent dont la persistance à la surface de l'épiderme nuirait au résultat de l'opération. Il mouille ensuite le buvard qui servait à maintenir la feuille et l'applique sur la face supérieure de cette dernière.

III. — *Maintien des plantes inoculées dans des conditions favorables à l'expansion du virus.*

Les plantes inoculées étaient placées sous cloche, en atmosphère saturée d'humidité, pendant vingt-quatre heures. On les maintenait ensuite en serre.

## II. — La Mosaïque chronique des Royal Kidney.

L'inoculation au Tabac de jus extrait de tubercules de Pomme de terre présentant la Mosaïque chronique sous sa forme habituelle, fut réalisée au cours de l'été 1942. Aucune lésion primaire ne fut alors observée sur les feuilles inoculées. Des symptômes secondaires apparaissaient un mois environ après l'inoculation mais ne présentaient aucune spécificité. Il s'agissait simplement de décolorations légères, à contours flous, apparaissant sur les jeunes feuilles.

En présence de ces résultats peu encourageants, nous eûmes l'idée d'aborder le problème par une voie indirecte, en mettant à profit le phénomène de prémunition, décrit plus haut. Rappelons rapidement le principe. Des Tabacs infectés par une souche ou race peu virulente du virus X sont protégés, après écoulement d'une incubation, contre l'inoculation d'une souche virulente. Aucune souche d'un autre virus de la Pomme de terre ne permet d'obtenir cette protection. Il en résulte que si une souche inconnue protège le Tabac contre l'infection par une race virulente du virus X, on peut en déduire que cette souche inconnue doit elle-même être rapportée au virus X.

Nous avions la chance de posséder une souche virulente du virus X (type S) que nous avions isolée l'année précédente dans un champ de *Royal Kidney*, en Bretagne, à partir d'une plante présentant une Mosaïque plane d'une intensité exceptionnelle. Lorsqu'on inocule cette souche au Tabac, on observe, au bout de huit à quinze jours, l'apparition de symptômes primaires caractéristiques sur les feuilles inoculées. Il s'agit de nécroses blanches en anneaux (*Ring Spot* des auteurs de langue anglaise). La feuille est parsemée de petites taches de 1 à 3 millimètres de diamètre. Chacune de ces taches est formée

[1] Cette précaution est facultative.

par un ou plusieurs anneaux blancs concentriques. Au centre se trouve souvent un point blanc. La coloration blanche des anneaux et du point central est due au fait que les cellules du parenchyme sont mortes et ne contiennent plus que de l'air. Quinze jours à un mois environ après l'inoculation, on note l'apparition des symptômes secondaires sur les feuilles. Ces symptômes débutent par la formation de petites taches jaunes en forme d'anneaux présentant un diamètre de 2 ou 3 millimètres; ces taches s'agrandissent au cours de la croissance de la feuille. Sur certaines feuilles ces anneaux subissent, au bout de quelque temps, une nécrose blanche comparable à celle qui caractérise les lésions primaires. Ils s'en distinguent d'ailleurs facilement par l'absence de point blanc au centre. De plus les lésions primaires déjà anciennes sont souvent formées de plusieurs anneaux concentriques, tandis que les lésions secondaires en comportent un seul. Les anneaux secondaires ont d'ailleurs une forme irrégulière et peuvent même être remplacés par des lignes sinueuses. Tous ces symptômes sont tout à fait caractéristiques du virus X.

Cette souche virulente nous a permis de réaliser l'expérience suivante. Le 26 juin 1942 nous prélevions à Versailles, dans une parcelle de *Royal Kidney* issue d'une sélection généalogique de Saint-Yvi (Finistère), des fanes présentant, à un degré très léger, la Mosaïque chronique habituelle de la variété. Le jus extrait de ces fanes fut immédiatement inoculé en serre à six pieds de Tabac (var. *White Burley*). Le 6 juillet, trois de ces pieds furent inoculés à nouveau avec la souche virulente du virus X, les trois autres étant laissés intacts. Nous inoculions en outre le même jour trois pieds vierges avec la même souche virulente. Nous nous trouvions donc en présence de trois lots.

Lot 1. Inoculation le 26 juin avec la souche inconnue.
Lot 2. Inoculation le 26 juin avec la souche inconnue et le 6 juillet avec la souche virulente du virus X.
Lot 3. Inoculation le 6 juillet avec la souche virulente du virus X.

Le 28 juillet on pouvait faire les observations suivantes :

Lot 1. Légères décolorations du feuillage non caractéristiques.
Lot 2. Légères décolorations du feuillage non caractéristiques.
Lot 3. Sur les trois pieds nécroses blanches en anneaux (lésions secondaires).

Le lot 2 avait donc été protégé contre le virus X par l'inoculation du 26 juin. Nous en avons conclu que le virus provoquant la Mosaïque chronique de la variété *Royal Kidney* était simplement une souche peu virulente du virus X.

Cette conclusion fut confirmée par des observations ultérieures. Le 3 août la souche virulente, provoquant sur le Tabac les lésions nettement caractéristiques du virus X, et la souche peu virulente étaient inoculées chacune à quelques pieds de *Nicotiana glutinosa*. Les symptômes provoqués par les deux souches ont été presque identiques. Il n'y eut pas de lésions primaires sur les feuilles inoculées. Par contre, des lésions secondaires apparurent sur les jeunes feuilles sous la forme d'une Mosaïque à taches claires, presque jaunes, et nettement délimitées. Les pieds inoculés par la souche virulente étaient plus fortement atteints que ceux qui avaient reçu l'autre souche et l'un d'eux présentait même de légères déformations foliaires. Ces symptômes sont légèrement atypiques, mais nous verrons qu'ils se relient par des intermédiaires aux formes plus généralement décrites par les auteurs.

Un autre fait très remarquable vient également à l'appui de nos conclusions. Nous avons en effet soumis la souche provoquant la Mosaïque chronique à des repiquages répétés sur des Tabacs, dans le but de la maintenir pendant la mauvaise saison. Dans ces conditions nous avons vu sa virulence augmenter progressivement, si bien qu'au mois

de janvier les feuilles de Tabac inoculées présentaient parfois jusqu'à une dizaine de nécroses annulaires primaires sur les feuilles inoculées. Par la suite, des lésions secondaires très typiques apparaissaient sur certaines feuilles sous la forme d'anneaux nécrotiques ou de lignes sinueuses. Il n'était plus alors possible de distinguer la souche correspondant à la Mosaïque chronique de la souche virulente du virus X.

Le 1er juin, les deux souches ont été inoculées au *Datura Stramonium*. Ces plantes réagirent dès le 17 juin par une Mosaïque très nette apparaissant au-dessus de l'étage des feuilles inoculées. Cette réaction est bien caractéristique du virus X. Cependant, certaines souches de ce virus provoquent en outre des nécroses.

Les variétés *King Edward* et *Epicure* [1] sont hypersensibles au virus X et réagissent à l'infection de ce dernier par une nécrose du sommet. Cette nécrose apparaît en général, sur les plus jeunes feuilles, sous la forme de petits points noirs situés entre les nervures. La feuille entière jaunit ensuite et se dessèche. La nécrose descend progressivement ensuite vers le bas de la plante. Diverses souches du virus X nous avaient permis de vérifier ces symptômes très typiques sur les deux variétés hypersensibles. Le 24 avril 1944, une pousse de *King Edward* et une d'*Epicure* étaient alors greffées latéralement sur des fanes de *Royal Kidney* présentant la Mosaïque chronique caractéristique de cette variété. Le 30 mai, c'est-à-dire plus d'un mois après le greffage, de très légères nécroses apparaissaient sur la pousse de *King Edward,* sous la forme de fines ponctuations brunes localisées sur les feuilles du sommet. La pousse d'*Epicure* ne présentait aucun symptôme On voit donc combien est faible la virulence de la souche du virus X qui détermine la Mosaïque chronique de la variété *Royal Kidney*. En effet la plupart des souches que nous avions eu l'occasion d'expérimenter dans les mêmes conditions déterminaient au bout d'un mois des nécroses rapidement très graves et entraînant en quelques jours la mort de la pousse greffée. Néanmoins, la présence d'une légère nécrose du sommet, sur *King Edward,* confirme bien nos conclusions antérieures.

On voit donc que tous nos résultats convergent pour nous permettre d'affirmer que la Mosaïque chronique des Pommes de terre de la variété *Royal Kidney* est provoquée par une souche peu virulente du virus X.

Nos recherches présentent en outre l'intérêt de confirmer les observations faites à l'étranger quant à la possibilité de prémunir le Tabac contre les souches virulentes du virus X par inoculation d'une souche peu virulente. Des expériences ultérieures, entreprises au cours de l'hiver 1942-1943, nous ont même permis de préciser la durée d'incubation nécessaire pour que la protection soit acquise. A cet effet, nous inoculions le 12 janvier quinze Tabacs sur deux feuilles avec la souche extraite des Pommes de terre atteintes de Mosaïque chronique. Chaque jour, un de ces Tabacs était prélevé pour être réinoculé avec la souche virulente du virus X d'une part sur une feuille vierge et d'autre part sur une des deux feuilles déjà inoculées le 12 par la souche précédente. La souche issue de la Mosaïque chronique avait malheureusement vu sa virulence augmenter, comme nous l'avons indiqué plus haut, et donna des lésions primaires assez nombreuses sur les feuilles inoculées le 12 janvier. Ces lésions firent leur apparition le 21 janvier. En aucun cas, la deuxième inoculation n'a provoqué une sortie ultérieure de lésions primaires sur les feuilles ayant reçu les deux virus. Ces feuilles ont donc été protégées très rapidement, très probablement en vingt-quatre heures, la durée d'incubation des deux virus étant sensiblement la même (apparition des taches en huit-neuf jours dans les conditions de température réalisées à cette époque).

[1] Une autre variété (*Arran Crest*) est également hypersensible. Les circonstances ne nous ont pas permis de nous la procurer

Les observations réalisées sur les feuilles vierges, non directement touchées par le premier virus et inoculées par le deuxième sont beaucoup plus précises et intéressantes. Des lésions primaires sont apparues sur celles qui avaient été inoculées les 13, 14, 15, 16 et 17 janvier. Celles qui avaient été inoculées le 18 janvier et ultérieurement n'en présentèrent en aucun cas. La durée d'incubation nécessaire pour que la plante soit protégée contre l'entrée de la seconde souche après inoculation de la première était donc de six jours. Salaman (13) avait indiqué une durée de quatre jours. Cette divergence, d'ailleurs légère, peut tenir soit à des conditions de milieu différentes, soit à l'usage, par cet auteur, de souches dont la rapidité d'invasion serait plus grande. Il est en effet très probable que la durée d'incubation représente le temps mis par le virus pour envahir les feuilles vierges.

### III. — Les Mosaïques chroniques d'Arran Banner et de Doon Star.

Des essais furent mis en route au cours de l'hiver 1942-1943 sur les Mosaïques chroniques des variétés *Arran Banner* et *Doon Star*.

Le 15 décembre 1942 nous procédions à l'extraction du jus d'un tubercule issu d'un pied de la variété *Arran Banner* atteint de la Mosaïque chronique habituelle et provenant de la collection de la Station de la Pomme de terre de Chateaulin. Ce jus, après dilution dans la proportion de 1 de jus pour 1.5 d'eau, était inoculé le jour même à quatre Tabacs de la variété *White Burley*. Ces Tabacs ne présentèrent pas de symptômes primaires mais, le 4 janvier, on pouvait observer sur les plus jeunes feuilles un début de symptômes secondaires sous la forme de lignes sinueuses blanches, extrêmement fines, disposées en réseau. Ces symptômes ne tardèrent pas à s'étendre, tout en restant localisés cependant sur la partie distale de la feuille. Plus tard, sur les feuilles formées ultérieurement, apparurent des symptômes plus typiques du virus X. Il s'agissait de lignes jaunes assez empâtées, circulaires ou sinueuses, ou de points jaunes. Une autre forme de symptômes secondaires fut également observée. Les jeunes feuilles étaient décolorées et jaunies, mais on observait, encadrant les nervures les plus fines, de minces bandes discontinues dont le coloris vert foncé tranchait sur le fond jaune. La largeur de ces bandes ne dépassait pas 1 millimètre. Nous avons décrit ce type de symptôme dans une note relative au virus de la Mosaïque chronique des *Royal Kidney* [1].

Le 9 janvier 1943 nous inoculions six pieds de Tabac avec le jus brut d'une des plantes inoculées le 15 décembre. Des symptômes primaires prenaient naissance dès le 14 janvier, soit après une incubation de cinq jours, sous la forme de petits anneaux blancs de 1 millimètre de diamètre. Par la suite, un second anneau vint souvent doubler le premier vers l'extérieur. Contrairement à ce qui avait pu être observé dans le cas du virus X de la *Royal Kidney*, il n'y avait pas de point blanc au centre. La présence de points blancs n'est d'ailleurs pas absolument constante dans les lésions primaires provoquées par ce dernier virus. Le 17 janvier, soit huit jours seulement après l'inoculation, alors qu'il avait fallu vingt jours sur les plantes inoculées à partir du jus de Pomme de terre, les symptômes secondaires apparaissaient très nettement, sous la forme de petits points blancs nécrotiques extrêmement denses, sur les jeunes feuilles non soumises directement à l'inoculation (fig. 1). Par la suite, sur les plantes bien développées, les symptômes secondaires se présentaient sous la forme d'anneaux ou de lignes sinueuses de coloration jaune et dont certains subissaient une nécrose blanche. Les symptômes décrits, tant primaires

[1] Pierre Limasset. — La Mosaïque chronique des pommes de terre de la variété Royal Kidney. *C. R. Ac. Agric.*, 27 janvier 1943

que secondaires, caractérisent nettement le virus X. Il en est de même de ceux fournis par le *Datura Stramonium*. Quatre pieds de cette plante, inoculés le 4 juin 1943 avec du virus issu d'un Tabac, réagirent par une magnifique Mosaïque plane qui s'extériorisa à partir du 17 juin. De même des pieds de *Nicotiana glutinosa* inoculés le 21 janvier

Fig. 1. — Jeune Tabac inoculé par le virus X de la variété *Arran Banner*.

(La feuille située à gauche est la feuille inoculée et présente les lésions primaires en anneau. — La feuille supérieure, non directement inoculée, présente un début de symptomes secondaires.)

1944 avec ce même virus, issu également de Tabac, présentèrent des symptômes tout à fait caractéristiques du virus X. Ceux-ci débutèrent le 31 janvier, soit dix jours après l'inoculation, sous la forme d'une multitude de petites taches jaunes sur les jeunes feuilles. Par la suite on vit apparaître des taches nécrotiques sinueuses ou en anneaux correspondant aux symptômes du virus X classiquement décrits sur le *Nicotiana glutinosa*.

Çà et là on observait aussi des taches jaunes empâtées très analogues à celles qui avaient été obtenues avec le virus de la *Royal Kidney*. Le *Nicotiana rustica* réagit par des lignes sinueuses d'abord chlorotiques, puis nécrosées et blanches apparaissant quinze jours

Fig. 2. — Symptômes du virus X sur *Datura Stramonium*.

à trois semaines après l'inoculation. Cette plante n'est généralement pas utilisée comme plante épreuve du virus X. Elle pourrait l'être, semble-t-il, étant donnée la netteté des symptômes [1].

[1] Le virus X de la Mosaïque chronique de *Royal Kidney*, après augmentation de sa virulence sur le Tabac, a fourni, au printemps, les mêmes symptômes.

Nous avons pu vérifier que des Tabacs inoculés par le virus X de la Mosaïque chronique de la variété *Royal Kidney* étaient prémunis contre le virus X de la Mosaïque chronique de la variété *Arran Banner*. Le 12 janvier une série de jeunes Tabacs étaient inoculés avec le premier virus. Un de ces Tabacs était prélevé, chaque jour, pour être réinoculé avec le deuxième, suivant une expérience identique à celle qui a été décrite plus haut. Les résultats furent exactement les mêmes. Les feuilles vierges inoculées du 13 au 17 janvier par le virus X d'*Arran Banner* présentèrent des lésions primaires. Celles qui furent inoculées le 18 janvier et les jours suivants s'en montrèrent exemptes. Les Tabacs inoculés par le virus X de la *Royal Kidney* étaient donc prémunis contre celui de l'*Arran Banner* après six jours d'incubation. La même épreuve, répétée en février dans des conditions de température analogues, a donné une durée d'incubation de sept jours. Au mois de mars, nous avons retrouvé une incubation de six jours [1].

Les essais réalisés à partir d'échantillons de la variété *Doon Star* ont donné, au cours de l'hiver 1942-1943, des résultats difficiles à interpréter et d'origine accidentelle sur lesquels nous n'insisterons pas ici. En effet les symptômes observés ne se rapportaient pas à la Mosaïque chronique habituelle de cette variété et leur description nous ferait sortir du sujet traité ici. Nous aurons peut-être l'occasion d'y revenir dans un travail ultérieur si nous avons la possibilité d'approfondir cette étude.

Des Tabacs ont été inoculés au mois de février 1944 avec du jus de Pommes de terre de la variété *Doon Star* présentant la Mosaïque chronique habituelle et prélevées dans la collection de la Station de la Pomme de terre de Chateaulin. L'inoculation avait été réalisée avec du jus brut et du jus dilué dans la proportion d'une partie de jus pour une partie d'eau. Des symptômes primaires apparurent, sous la forme de petits anneaux blancs nécrotiques, sur les feuilles inoculées à partir du jus dilué. Ces symptômes ont été observés en retard, mais la durée d'incubation paraît du même ordre de grandeur que pour les souches de virus X étudiées plus haut. Des symptômes secondaires apparurent ultérieurement sur les jeunes feuilles sous la forme de lignes sinueuses et d'anneaux absolument remarquables.

L'inoculation du virus de la Mosaïque de *Doon Star* fut réalisée plusieurs fois sur le *Datura Stramonium*. Cette plante réagit par une Mosaïque très nette parfois accompagnée de légères nécroses brunes (inoculation du 30 juin 1943). Le *Nicotiana glutinosa* réagit avec ce virus comme avec celui de la Mosaïque chronique des *Royal Kidney* par des taches claires qui font un peu penser à une Mosaïque aucuba. Comme nous l'avons indiqué à propos du virus X de *Royal Kidney*, ce type de symptôme paraît légèrement atypique, car il ne correspond pas à ce qui est généralement décrit par les auteurs. Cependant, nous le rencontrons parfois, à côté des lésions annulaires typiques, chez les plantes inoculées par le virus X de la variété *Arran Banner*. Des expériences non relatées ici, effectuées avec d'autres souches du virus X notamment une souche déterminant une Mosaïque plane sur la variété *Bintje* et une souche entrant en jeu, de concert avec le virus Y, dans une maladie très répandue chez la variété *Institut de Beauvais*, nous ont d'ailleurs montré que les réactions du *N. glutinosa* sont très variables suivant la souche infectante. On observe tous les intermédiaires entre les anneaux typiques (souche d'*Arran Banner*) et la Mosaïque aucuba caractérisée (souche d'*Institut de Beauvais*).

Le virus a pu enfin être éprouvé sur une Pomme de terre de la variété *King Edward*. Une pousse d'une plante de cette variété fut en effet greffée le 3 avril 1944 sur un Tabac

[1] Les épreuves sur *King Edward* et *Epicure* n'ont pas été réalisées pour des raisons d'ordre matériel.

infecté par le virus X de *Doon Star* [1]. Le 2 mai, c'est-à-dire au bout d'un mois, la greffe étant parfaitement prise, des nécroses firent leur apparition sur les feuilles du sommet, alors que la plante mère restait parfaitement saine. Des taches chlorotiques arrondies se détachant en jaune sur le fond vert de la feuille apparaissaient çà et là sur les folioles puis se nécrosaient. Le même essai fut repris le 24 avril en greffant des pousses de *King Edward* et *Epicure* sur des fanes de *Doon Star* (greffe en fente au sommet de la pousse). Dès le 13 mai, c'est-à-dire très peu de temps après la soudure de la greffe, un des greffons de la variété *Epicure* présentait déjà de fines nécroses sur les feuilles du sommet. Ces nécroses évoluèrent rapidement sur les greffons *Epicure* qui ne tardèrent pas à mourir. Sur *King Edward* la nécrose du sommet fit son apparition plus tardivement à la fin du mois de mai et avec une intensité notablement plus faible. On observa cependant une dessiccation complète des jeunes pousses et une descente de la nécrose vers le bas du rameau.

## Conclusions.

Les trois Mosaïques chroniques étudiées dans ce mémoire sur les variétés *Royal Kidney*, *Arran Banner* et *Doon Star* sont donc provoquées par le virus X. La souche que nous avons pu extraire de la variété *Royal Kidney* était peu virulente vis-à-vis du Tabac et des deux variétés de Pommes de terre hypersensibles au virus X que nous avons pu éprouver. Les deux souches extraites respectivement des variétés *Arran Banner* et *Doon Star* correspondaient au type le plus banal caractérisé par la formation de nécroses blanches en forme d'anneaux ou de lignes sinueuses sur les Tabacs de la variété *White Burley* (type Xs de Salaman).

Comme nous l'avons indiqué en commençant, ces résultats n'autorisent aucune conclusion générale quant à la cause de l'ensemble des Mosaïques chroniques. D'excellents virologistes étrangers ont en effet attribué certaines Mosaïques chroniques aux virus A ou Y. Des recherches actuellement en cours et que nous espérons être en mesure de publier ultérieurement, paraissent apporter une confirmation à ces conclusions.

---

[1] Le passage sur Tabac permet de vérifier l'identité et la pureté du virus et nous met en mesure d'affirmer que c'est bien le virus X et non un virus surnémeraire, qui a produit sur les *King Edward* les lésions décrites.

## RÉFÉRENCES.

(1) Bawden. — Plant viruses and virus diseases. (*Chronica Botanica,* Leide, Hollande, 1 vol., 272 p. 1939.)

(2) Botjes. — Verzwakking vanhet virus der topknecrose, en verworen immunitiet van aardappelrassen ten opzichte van dit virus. (*Tijdschr-Plantenz, 39,* p. 249, 262, 1933.)

(3) Frémont (M. T.). — Extension de techniques employées en Pathologie animale à l'étude des réactions de la cellule végétale à certaines infections. (*Thèse,* Paris, 1936.)

(4) Köhler. — Untersuchungen über die Viruskrankheiten der Kartoffel; Versuche mit Viren aus der Mosaikgruppe. (*Phytopath. Zeits. B. V.,* p. 567-591, 1933.)

(5) Köhler (E.). — Der Virusnachweis an Kartoffeln. (*Mitt. Biol. Reich.,* Berlin-Dahlem, Heft 61, 1940.)

(6) Köhler (E.). — Weitere Studien über die Virus der Y-gruppe der Kartoffel. (*Phyto. Zeits Band XII,* Heft 5, p. 480-489, 1940.)

(7) Köhler (E.). — Uber einige Probleme der allgemeinen Viruspathologie der Pflanzen. (*Mitteil. Biol. Reichanst,* Berlin-Dahlem, Heft 67, p. 31-46, 1943.)

(8) Kunkel (L. O.). — Studies on acquired immunity with Tobacco and aucuba mosaïcs. (*Phytopatho. 24,* 5, p. 437-466, 1934.)

(9) Limasset (P.) et Cairaschi (E. A.). — Les maladies à virus des plantes. (*Monogr. St. et lab. de Recher. agr.,* Impr. Nationale, 88 p., 1941, épuisée.)

(10) Price (W. C.). — Acquired immunity to Ring spot in Nicotiana. (*Boyce Thamp. Inst.,* p. 359-403, 1932.)

(11) Price (W. C.). — Acquired immunity from plant virus diseases. (*Quart. Rev. Biol.,* 15, p. 338, 1940.)

(12) Quanjer (H. M.). — Phytopathologische Terminologie met speciale besprekir von den begrippen Biotrophie, Premuniteit en Antistoffen. (*Tijdschr*-Plantenziekten, 48-1, 1942.)

(13) Salaman (R. N.). — Protective inoculation against plant viruses. (*Nature,* 134, p. 468, 1933.)

(14) Salaman (R. N.). — The Potato virus X : its strains and reactions. (*Philos. Trans. Roy. Soc. Ser.* B., ccxxi, 569, p. 137-217, 1938.)

(15) Thung (T. H.). — Smetstof en plantecel bij enkele virusziekten van Tabaksplant. (*Handelingen 6de Nerderl. Ind. Natuurwetensch Congr.,* 1931, p. 450-463, 1931.)

(16) Wingard (S. A.). — Hosts and symptoms of Ring spot, a virus disease of plants. (*J. agr. Res.,* 37, p. 127-153, 1928.)

# CONTRIBUTION À L'ÉTUDE
# DES MALADIES DES PLANTES OLÉAGINEUSES
# EN FRANCE [1]

Par H. Darpoux,
Chef de travaux à la Station centrale de Pathologie végétale.

SOMMAIRE.

Pages.

I. Introduction ..... 72

II. Maladies des crucifères :
1° Mildiou [*Peronospora parasitica* (Pers.) Tul.] ..... 72
2° Oïdium ..... 75
3° Rouille blanche [*Cystopus candidus* (Pers.) de Bary] ..... 76
4° *Alternaria Brassicae* (Berk.) Sacc ..... 77
5° Plomb ..... 79

III. Maladies de l'oeillette :
1° Helminthosporiose (*Helminthosporium Papaveris* Sawada) ..... 80
2° Mildiou [*Peronospora arborescens* (Berk) de Bary] ..... 84
3° Oïdium ..... 86

IV. Maladies du soja :
*Ascochyta* sp ..... 86

V. Maladies du tournesol :
1° Rouille (*Puccinia Helianthi* (Schw.) ..... 89
2° Oïdium (*Sphaerotheca* sp.) ..... 90
3° Pourriture des capitules (*Botrytis* sp.) ..... 92

VI. Maladies du carthame :
1° Rouille (*Puccinia Carthami* Cda) ..... 92
2° Oïdium ..... 94

VII. Maladies du lallemantia :
*Alternaria* sp. ou *Polydesmus* sp ..... 95

VIII. Résumé ..... 99

IX. Bibliographie ..... 100

[1] Mémoire déposé le 15 février 1945.

## I. Introduction.

La culture des plantes oléagineuses en France atteignit son apogée vers 1830. Elle subit ensuite une régression rapide à la fin du XIX^e^ siècle. Elle avait presque complètement disparu en 1939. Seuls le Colza et la Navette étaient encore cultivés à cette époque sur de faibles superficies. L'huile nous était fournie par nos colonies et par les pays étrangers. En 1938, nous en importions 500.000 tonnes par an, dont un peu plus de la moitié en provenance de nos colonies, alors que la production française atteignait à peine 25.000 tonnes.

La guerre, en paralysant les transports, a mis notre pays dans une situation critique : manque de matières grasses pour l'alimentation, pénurie d'huile de graissage, etc.

Pour remédier, dans une certaine mesure, à cet état de choses, il a paru indispensable de reprendre et d'intensifier la culture des plantes oléagineuses sur notre territoire. A côté des plantes anciennement cultivées (Colza et Navette d'automne et de printemps, Cameline, Moutarde noire, Moutarde blanche, Œillette), d'autres plantes (Tournesol, Soja, Carthame, Lallemantia, etc.) ont fait l'objet d'études en vue de déterminer leurs possibilités culturales.

Les perfectionnements apportés au mode d'extraction de l'huile de ces plantes, la qualité et le goût de l'huile de certaines des plantes nouvellement introduites, en font des produits de consommation très acceptables. Il est possible que certaines de ces cultures subsistent pendant une longue période dans les régions où elles réussissent le mieux.

Les maladies des plantes oléagineuses étaient peu connues en France. Il était donc indispensable d'entreprendre leur étude. Le présent travail est le résultat de nos recherches et observations, effectuées au Centre national de recherches agronomiques à Versailles au cours des années 1943 et 1944. Il apporte une contribution à l'étude de quelques-unes de ces maladies.

## II. Maladies des Crucifères.

### 1° Mildiou des Crucifères.

Le Colza (*Brassica Napus oleifera* D. C.), la Navette (*Brassica Rapa* L.), la Cameline (*Camelina sativa* Fr.), et la Moutarde blanche (*Sinapis alba* L.) ont été attaqués par des champignons appartenant à l'espèce collective *Peronospora parasitica* (Pers.) Tul.

*Sur Colza et Navette.* — Le parasite a surtout causé des dégâts au cours de l'hiver 1943-1944. Les premières taches sur feuilles sont apparues en décembre. Elles formaient de petites plages jaunâtres, assez irrégulières, de 0 centim. 5 de diamètre en moyenne, qui s'agrandissaient par la suite, amenant une dessication totale ou partielle de la feuille. A leur face inférieure se trouvait un duvet blanchâtre clairsemé de conidiophores et conidies. Au début de janvier, la Navette présentait un plus grand nombre de feuilles desséchées que le Colza, mais beaucoup moins d'attaques récentes. Par la suite cette plante a peu souffert. Par contre, sur le Colza, la maladie se développa avec intensité en février, avec des différences nettes suivant les variétés. C'est ainsi que les notes ont varié de 2 à 4,5 (la note 0 caractérisant une plante saine, et la note 5 une plante dont toutes les feuilles étaient envahies par le parasite). D'une façon générale, les variétés originaires des pays ou régions de l'Est étaient plus touchées que celles originaires de l'Ouest. On peut penser que ces dernières avaient subi une sélection naturelle dans leurs régions d'origine humides particulièrement favorables au développement du Mildiou.

En mars, pendant la période de froid (température minimum — 12°,5 au niveau des plantes) un grand nombre de feuilles parasitées sont mortes. D'autres, moins atteintes, ont résisté ; mais les conidies, organes de propagation, ont été tuées. Cependant quelques

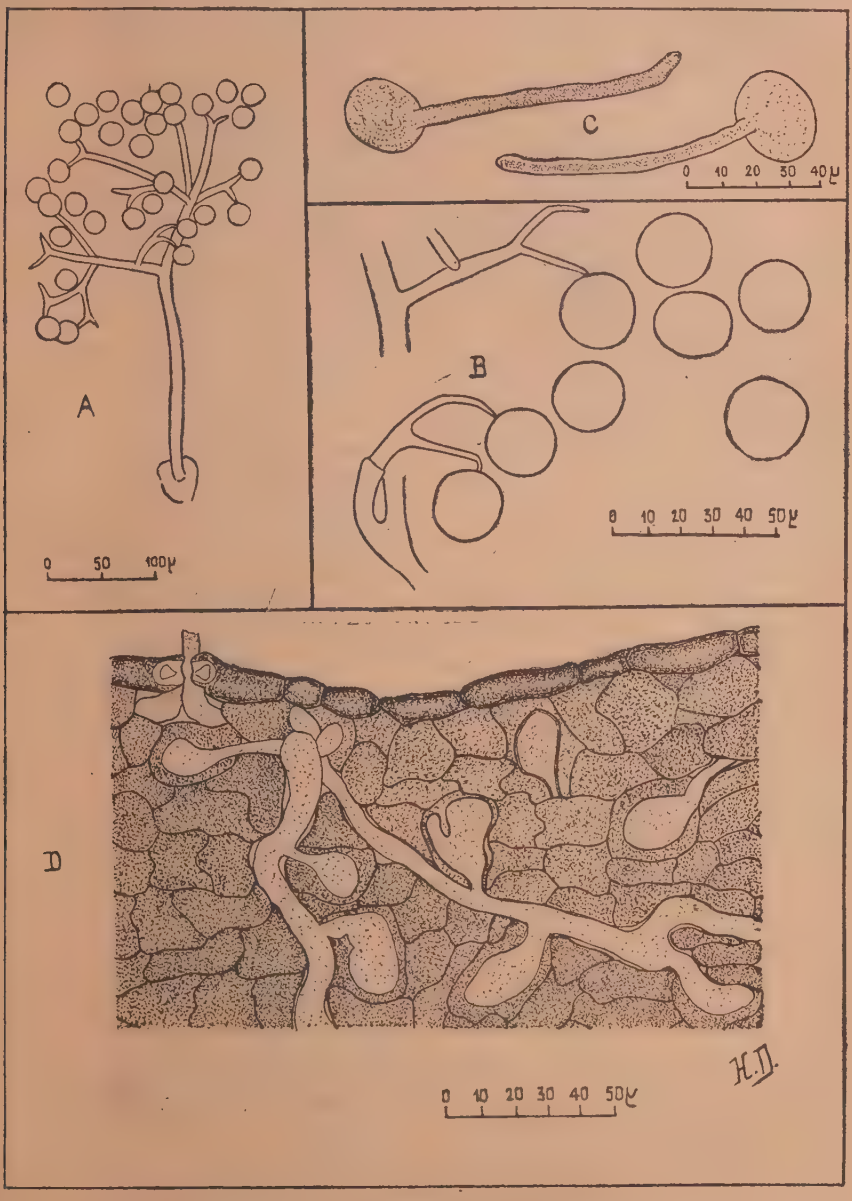



Fig. 1. — Mildiou du Colza.
A. Conidiophore et conidies ; B. Stérigmates et conidies ;
C. Germination de conidies ; D. Mycelium et sucoirs.

conidiophores et conidies se sont formés par la suite, par temps doux et humide, sous les anciennes taches ; ceci montre que le mycelium du champignon peut rester vivant dans les tissus du végétal malgré des températures extérieures basses (— 12°,5).

La maladie s'est peu développée en avril, parce que le temps fut relativement sec. Puis les plantes entrèrent en période de végétation active, formèrent de nouvelles feuilles peu sensibles au Mildiou. Le parasite disparut presque complètement. Nous avons seulement noté par la suite sa présence sur Navette, à l'époque de la floraison, mélangé au *Cystopus candidus* (Pers.) de Bary, sur quelques inflorescences.

Ainsi, malgré des attaques graves, qui causèrent des inquiétudes pendant les mois d'hiver, la récolte n'a pas subi de préjudices notables.

La sensibilité des plantes varie suivant les organes et les stades de végétation. Des essais de contaminations artificielles ont montré que le stade cotylédonnaire était particulièrement critique. Les cotylédons sont très sensibles. L'axe hypocotylé, dépourvu de chlorophylle, est facilement contaminé lorsqu'on dépose à son contact une goutte d'eau contenant quelques conidies en suspension. Le mycelium du champignon chemine très rapidement dans cet organe; nous l'avons observé au niveau du collet. Les premières feuilles se contaminent un peu plus difficilement. Par contre les feuilles adultes sont plus résistantes.

Fig. 2. — Mildiou du Colza.
Culture sur plantule en milieu aseptique. (Photo J. VINCENT.)

Le champignon est caractérisé par des conidiophores ramifiés par bifurcations successives. Les rameaux terminaux portent deux stérigmates allongés et le plus souvent recourbés. Les conidies, généralement sphériques, ou légèrement ovoïdes, mesurent à maturité de $19 \times 21\ \mu$ à $24 \times 25\ \mu$. Elles germent par filament. Le mycelium est incolore, non cloisonné et porte de volumineux suçoirs, en forme de massues ou de gants de boxe, qui remplissent presque entièrement la cellule parasitée; leurs dimensions peuvent atteindre $30\ \mu$ de long et $20\ \mu$ de large (fig. 1).

Les conidies sont de dimensions un peu supérieures à celles indiquées par GAUMANN en 1918 pour *Peronospora Brassicae*. Mais l'action du milieu peut avoir une influence sur la morphologie de ces organes et il s'agit sans doute du même parasite.

Des essais de contaminations croisées, au laboratoire, sur Colza et Navette, ont donné des résultats positifs. Sur ces deux plantes il s'agissait bien du même champignon. La durée d'incubation, en atmosphère saturée, à des températures variant de 12° à 18°, a été de quatre jours.

Ces essais ont été réalisés en milieu aseptique. Des graines désinfectées de Colza et Navette ont été mises à germer sur du coton imbibé d'eau pure à l'intérieur d'un tube à essais (fig. 2). Les contaminations ont été effectuées au stade cotylédonnaire.

La croissance du Colza ou de la Navette, dans un tel milieu, est très lente, mais la longévité est considérablement augmentée. Nous avons dans notre laboratoire des plantes vivant depuis deux ans sur un tel milieu, leur taille est de 10 centimètres.

Le Mildiou du Colza et de la Navette pourrait vraisemblablement être combattu par des pulvérisations préventives de bouillie bordelaise additionnée d'un mouillant, mais la perte occasionnée à la récolte est minime et ne justifie pas un tel traitement.

*Sur Cameline.* — Le Mildiou a attaqué quelques pieds de Cameline, au début du mois de juillet 1944. L'invasion s'est généralisée par la suite. Le parasite s'est développé sur les feuilles et fréquemment sur les fruits. Les dégâts n'ont pas été importants.

Il s'agissait vraisemblablement du champignon décrit par Gäumann sous le nom de *Peronospora Camelinae.*

*Sur Moutarde blanche.* — Des conidiophores et conidies sont apparues à la face inférieure de plusieurs feuilles dans la dernière décade de juillet 1944. A cette date de nombreuses

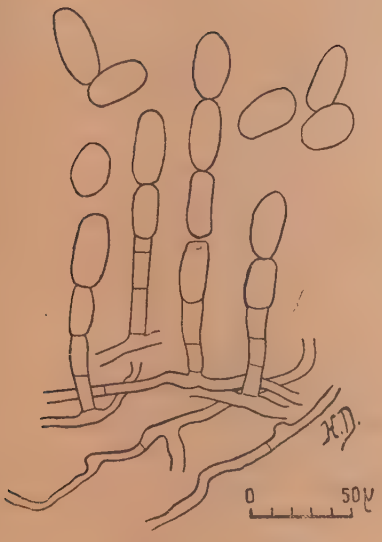



Fig. 3. — Oïdium du Colza.
Forme conidienne.

Fig. 4. — Oïdium de la Navette.
Forme conidienne.

siliques de la variété *Marne* étaient envahies alors que celles des variétés voisines n'étaient pas touchées; le préjudice fut assez considérable.

D'après Gäumann, le *Sinapis alba* serait attaqué par le même champignon, *Peronospora Brassicae,* que la Navette et le Colza, mais des essais de contamination réalisés au laboratoire sur Moutarde blanche, Moutarde noire, Cameline, Navette et Colza, avec des conidies prélevées sur la variété *Marne,* n'ont donné de résultats positifs que sur Moutarde blanche.

Le Mildiou peut aussi attaquer les repousses de la Moutarde blanche au cours de l'hiver. Nous avons en effet noté sa présence sur les feuilles de cette plante au mois de décembre 1944.

### 2° Oïdium des Crucifères.

Une forte attaque d'Oïdium a été observée fin juillet sur Navette de printemps (*Brassica Rapa* L. var. *oleifera*), Navette d'automne (*Brassica Rapa* L. var. *biennis*), Moutarde noire

(*Sinapis nigra* L.), Colza (*Brassica Napus oleifera* D. C.) et Cameline (*Camelina sativa* Fr.). Les feuilles, les tiges et souvent les fruits étaient recouverts de « blanc ».

Le parasite a déterminé la chute prématurée de nombreuses feuilles. Les dégâts ont été assez graves sur les plantes semées au printemps.

Nous n'avons pas trouvé de périthèces permettant de caractériser l'espèce du parasite.

La forme conidienne est très voisine sur toutes ces plantes. Sur Colza, les conidiophores sont formés de 3 à 4 cellules, leur longueur est de 61-73 $\mu$ et la largeur des cellules de base atteint 6-8 $\mu$. Les conidies sont ovales et mesurent 25-38 $\mu \times$ 14-18 $\mu$ (moyenne, 32 $\mu \times$ 16 $\mu$) [fig. 3]. Sur Navette de printemps, les conidiophores sont semblables : longueur, 61-86 $\mu$; largeur des cellules de base, 7-10 $\mu$. Les conidies sont un peu plus allongées et plus étroites : 26-40 $\mu \times$ 11-17 $\mu$ (moyenne, 34 $\mu \times$ 14 $\mu$) [fig. 4]. Sur Moutarde noire et sur Cameline les descriptions sont aussi très voisines.

Fig. 5. — *Cystopus candidus* (Pers.) de Bary.
Attaque sur inflorescence et silique de Navette (grandeur naturelle).

Tous ces champignons ont donc une forme conidienne qui correspond à celle de l'*Erysiphe polygoni* D. C., espèce qui a été signalée à diverses reprises sur les Crucifères.

Salmon (1900) [13] donne pour dimensions des conidies de cette espèce sur Navet 30-40 $\mu \times$ 13-15 $\mu$ et Davis (1928) [11] sur *Brassica pekinensis*, 28-52 $\mu \times$ 12-18 $\mu$ (moyenne, 42 $\mu \times$ 14 $\mu$).

Les Oïdiums des Crucifères ne causent généralement que des dégâts limités et ne font l'objet d'aucun traitement.

### 3° Rouille blanche des Crucifères.

La « Rouille blanche » causée par un champignon Siphomycète *Cystopus candidus* (Pers.) de Bary [*Albugo candida* (Pers.) Ktze] est une maladie commune sur les Crucifères, en particulier sur *Capsella Bursa-pastoris*. Dans nos cultures elle s'est montrée peu fréquente. Nous avons seulement observé quelques attaques sur Navette (*Brassica Rapa* L.) et sur Cameline (*Camelina sativa* Fr.).

Sur Navette, en mai 1943, le parasite a amené la déformation de quelques inflorescences : hypertrophie et courbure de la hampe florale, développement anormal des sépales, pétales, étamines et ovaire, ce dernier pouvant atteindre 2 centim. 5 de long. Les inflorescences atteintes portaient des siliques avortées. Les fructifications du champignon recouvraient surtout la hampe florale. Dans de nombreux cas le *Cystopus* était associé au *Peronospora parasitica* (Pers.) Tul. Dans d'autres cas moins graves, les siliques par ailleurs normales portaient des petites pustules blanches de 2 à 5 millimètres de diamètre (fig. 5).

Quelques pustules ont été observées sur des feuilles de Cameline au début d'août 1944.

Les attaques bénignes de cette maladie ne justifient pas l'application d'un traitement.

4° ALTERNARIA BRASSICAE (Berk.) Sacc. (*Polydesmus exitiosus* Kühn).

A la fin du mois de mai 1943, de nombreuses taches sont apparues sur les siliques, pédoncules, hampes florales et tiges de la Navette (*Brassica Rapa* L.). Elles étaient toutes situées du même côté comme si les spores, sources des contaminations, s'étaient abattues

FIG. 6. — *Alternaria Brassicæ* (BERK.) SACC.
Taches sur Navette (grandeur naturelle).

en pluie. Les taches caractéristiques de la maladie sont petites, presque circulaires sur les siliques, plus allongées sur les tiges. La partie centrale brun-clair et entourée d'une zone foncée et violacée (fig. 6). En grandissant plusieurs taches se rejoignent et couvrent ainsi une surface importante de l'organe. Sous l'action du parasite la silique se déforme et s'ouvre prématurément. Les graines s'échappent alors avant d'avoir atteint leur maturité. Dans les cas les plus graves, les attaques nombreuses des tiges entrainent des troubles de nutrition, la plante jaunit prématurément et parfois se dessèche. La récolte peut ainsi être réduite dans une forte proportion. En 1943, les dégâts furent importants sur quelques variétés.

Les fructifications du parasite se forment en abondance sur les taches. Elles sont portées par des conidiophores châtain-clair, de 30 à 50 $\mu$ de long, continus ou munis de

1-2 cloisons. Les conidies sont allongées, plus ou moins renflées vers le 1/3 inférieur, légèrement comprimées au niveau des cloisons transversales et terminées par un appendice subhyalin. Le corps de la spore, de couleur brun olivâtre, comprend 7 à 12 cloisons transversales et 0 à 4 cloisons longitudinales; ses dimensions ont en moyenne 115 $\mu \times 22$ $\mu$. L'appendice mesure de 20 à 50 $\mu$ de long et 6 $\mu$ de large (fig. 7).

Par certaines de ses spores non munies de cloisons longitudinales, le parasite se range dans le genre *Polydesmus*, mais les autres sont caractéristiques du genre *Alternaria*. La distinction entre ces deux genres est bien superficielle car les spores subissent des variations importantes dans leur forme, leurs dimensions, le nombre de cloisons, suivant leur âge et les conditions du milieu.

Nous avons, d'autre part, observé sur des feuilles de Navette d'hiver, en janvier 1944,

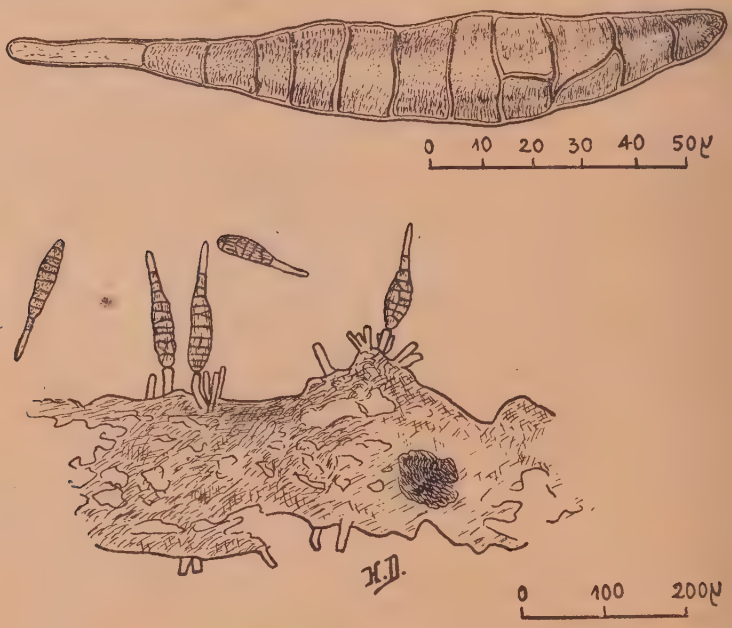



Fig. 7. — *Alternaria Brassicæ* (Berk.) Sacc. sur Navette.
Conidies.

quelques taches circulaires, brun-clair, sans auréole, formées de zones concentriques, mesurant 5 millimètres environ de diamètre. On ne rencontrait jamais plus de 2 ou 3 taches sur la même feuille.

Il s'agissait d'un champignon du même type que le précédent, mais toutes les spores observées avaient des cloisons longitudinales.

Des taches analogues ont été notées en juin et juillet 1944 sur des feuilles de Colza (*Brassica Napus oleifera* D. C.) (fig. 8) et de Moutarde noire (*Sinapis nigra* L.).

Sur le Colza les caractéristiques des spores étaient: dimensions du corps 106 $\mu \times 19$ $\mu$ en moyenne, extrêmes 77 $\mu \times 17$ $\mu$ et 125 $\mu \times 20$ $\mu$, dimensions de l'appendice 32-90 $\mu \times 4$ $\mu$, nombre de cloisons transversales du corps de la spore 9-12, en général 11, longitudinales 1-5, nombre de cloisons de l'appendice 2 à 3.

Sur la Moutarde noire : dimensions du corps de la spore 128 $\mu \times 18$ $\mu$ en moyenne,

extrêmes 90 $\mu \times 13$ $\mu$ et 170 $\mu \times 24$ $\mu$, de l'appendice 34-125 $\mu \times 4$ $\mu$, nombre de cloisons transversales du corps, 9-16, moyenne 12, longitudinales 1-9; conidiophores 58 $\mu \times 7$ $\mu$ en moyenne, en général 2 cloisons (fig. 9).

Dans tous les cas, il s'agit sans doute d'*Alternaria Brassicae* (Berk.) Sacc. (*Polydesmus exitiosus* Kühn.)

Cette maladie a été étudiée en 1856 sur Colza, par Kühn; on l'a signalé à diverses reprises à l'étranger, notamment sur des Choux.

Dans nos cultures la seule forme grave a été l'attaque sur les siliques et tiges de Navette.

Fig. 8. — *Alternaria*.
Taches sur Colza (réduites de 1/3).

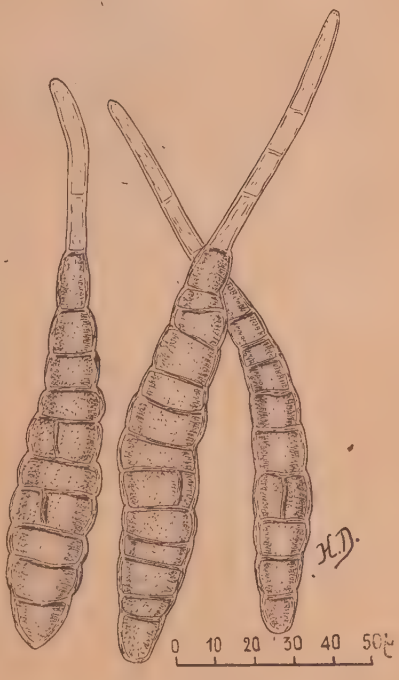



Fig. 9. — *Alternaria* sur Moutarde noire.
Conidies.

Une protection de la plante pourrait être obtenue par des pulvérisations préventives à la Bouille bordelaise à 1 p. 100.

Au Danemark, Nielsen (1936) [22] indique avoir obtenu de bons résultats pour le Chou-fleur, par le traitement des graines pendant 30 minutes dans l'eau à 45 ° ou 20 minutes à 50°.

### 5° Plomb des Crucifères.

A la fin du mois de mars 1944, à la suite d'une vague de froid, nous avons trouvé quelques feuilles atteintes de « Plomb » sur Colza et Navette. L'observation au microscope d'un lambeau d'épiderme a permis de constater des canalicules remplis d'air, caractéristiques des organes présentant ce symptôme.

Une partie seulement de chaque feuille était plombée. Il s'agit vraisemblablement d'une insolation sur des feuilles ayant souffert du froid.

## III. Maladies de l'Œillette.

### 1° Helminthosporiose de l'Œillette.

L'Œillette (*Papaver sommiferum L. var. nigrum*) a été gravement attaquée par un champignon dont la forme conidienne est analogue à celle d'*Helminthosporium Papaveris* Saw. (*Dendryphium penicillatum* Fries) décrit en 1918 par Sawada et étudié ensuite principalement par Girzitska (1928) [28], Christoff (1930) [27] et Barbacka (1936) [26].

Cette maladie n'avait pas encore été signalée en France. A l'étranger, elle sévit principalement dans le Sud-Est de l'Europe, notamment en Bulgarie. Elle cause aussi des dégâts en Pologne, en Allemagne, en Russie, en Suède et en Hollande.

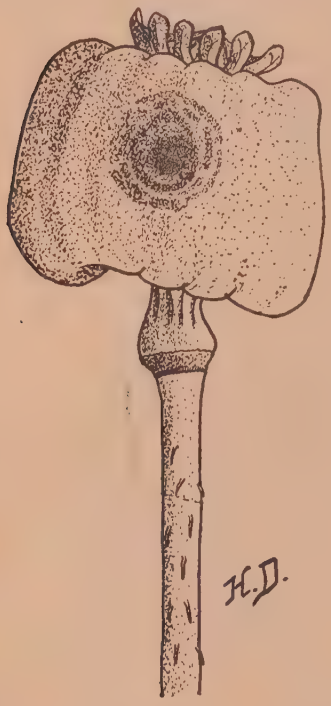



Fig. 10. — Helminthosporiose de l'Œillette. Tache sur capsule (grandeur naturelle).

Fig. 11. — Helminthosporiose de l'Œillette. Capsules déformées (grandeur naturelle).

Dans nos cultures, à Versailles, elle est apparue sur des jeunes plantes, occasionnant leur flétrissement et leur mort. L'attaque était localisée au niveau du collet où l'on observait une zone noire de tissus nécrosés. Environ 2 ou 3 p. 100 des plantes ont été touchées. En 1944, on nous a d'autre part signalé que dans certaines cultures de Seine-et-Oise 50 p. 100 des pieds étaient malades.

Plus tard le parasite s'attaque aux feuilles et aux capsules. Sur les feuilles il entraîne le dessèchement partiel du limbe. Mais c'est surtout sur les capsules que nous l'avons observé en 1944. En juillet, celles-ci portaient des taches brun-noir, veloutées, de 1 à 2 centimètres de diamètre (fig. 10); ces taches s'agrandissaient ensuite et recouvraient une partie de la capsule, principalement du côté exposé au soleil. Sur les capsules jeunes la croissance de la partie attaquée est ralentie, il s'ensuit une disymétrie de l'organe malade (fig. 11). A l'intérieur les graines avortent du côté infecté. En août, presque toutes

les capsules étaient plus ou moins attaquées par le champignon, mais seules les tardives étaient gravement endommagées. On pouvait observer d'ailleurs des différences de sensibilité suivant les variétés.

Le parasite s'est donc développé avec intensité pendant les mois chauds de juillet et août. Ce champignon exige en effet une température élevée. D'après Christoff, l'optimum serait 24-26°.

Nous avons réalisé des infections artificielles en atmosphère saturée. Les taches sont apparues au bout de trois jours. Christoff indique des durées d'incubation variant de deux à huit jours.

L'examen microscopique de coupes effectuées dans les parties malades des capsules,

Fig. 12. — *Helminthosporium Papaveris* Saw.
Coupe dans une capsule montrant les conidiophores et les conidies du champignon.

nous a permis d'observer la forme conidienne du parasite (fig. 12). Les spores sont allongées, cylindriques, munies de plusieurs cloisons transversales. Elles sont pâles lorsqu'elles sont jeunes et deviennent brun-châtain à maturité. Leur dimension est variable, en moyenne 37 $\mu \times 8$ $\mu$, avec des extrêmes de 60 $\mu \times 11$ $\mu$ et 15 $\mu \times 4\mu$. Le nombre des cloisons varie de 1 à 9, en moyenne 6. Les conidies sont portées par des conidiophores brun-châtain, continus ou munis de 1-4 cloisons, mesurant 20-60 $\mu \times 4$-7 $\mu$. Ces chiffres sont voisins de ceux donnés par Barbacka (conidiophores 20-97 $\mu \times$ 4,5-8,3 $\mu$; conidies, en moyenne 40-50 $\mu \times 8$-10 $\mu$). Les différences de mensuration peuvent s'expliquer par l'action du milieu. En effet, le champignon cultivé en milieu artificiel (gélose à la farine d'avoine) a donné des spores plus petites avec un nombre de cloisons moins variable : dimensions moyennes 29 $\mu \times 6$ $\mu$, extrêmes 43 $\mu \times 7$ $\mu$ et

16 $\mu \times 5\mu$, nombre de cloisons 2 à 4, le plus souvent 3. Dans ce milieu on pouvait observer un mycelium peu coloré, de 4-6 $\mu$ de diamètre (fig. 13).

Arnaud a observé des spores du même type sur le collet des jeunes plantes malades. Or ces spores s'étaient formées en atmosphère humide comme celles de nos tubes de culture, tandis que sur les capsules les conidies se trouvaient dans un milieu beaucoup plus sec. L'état hygrométrique a donc une influence nette sur la morphologie du champignon.

Fig. 13. — *Helminthosporium Papaveris* Saw cultivé sur gélose à la farine d'avoine.

Les spores prennent naissance en chaîne. Dans nos cultures elles formaient des files de 2 ou 3. Par ce caractère le champignon s'éloigne du vrai genre *Helminthosporium*.

Cette forme rappelle celle que Tulasne (1863) [31] a dessiné pour la germination des conidies de *Dendryphium penicillatum* Fries (= *Brachycladium penicillatum* Corda).

Nous avons d'ailleurs trouvé le *Dendryphium penicillatum* Fries au cours de l'hiver sur des tiges mortes d'Œillette; il était caractérisé par des conidiophores très longs terminés par des branches ramifiées qui portaient des conidies en courtes chaînes.

On peut se demander si dans les deux cas, il ne s'agit pas du même champignon; celui-ci, sur milieu vivant et sec, étant du type *Helminsthosporium;* sur milieu mort et

humide, du type *Dendryphium;* la forme intermédiaire étant celle obtenue sur milieu artificiel.

Girzitska, d'une part, Christoff d'autre part, ont montré que la forme parfaite *d'Helminthosporium Papaveris* Saw. (*Dendryphium penicillatum* Fries) était *Pleospora papaveracea* (de Notar.) Wint.

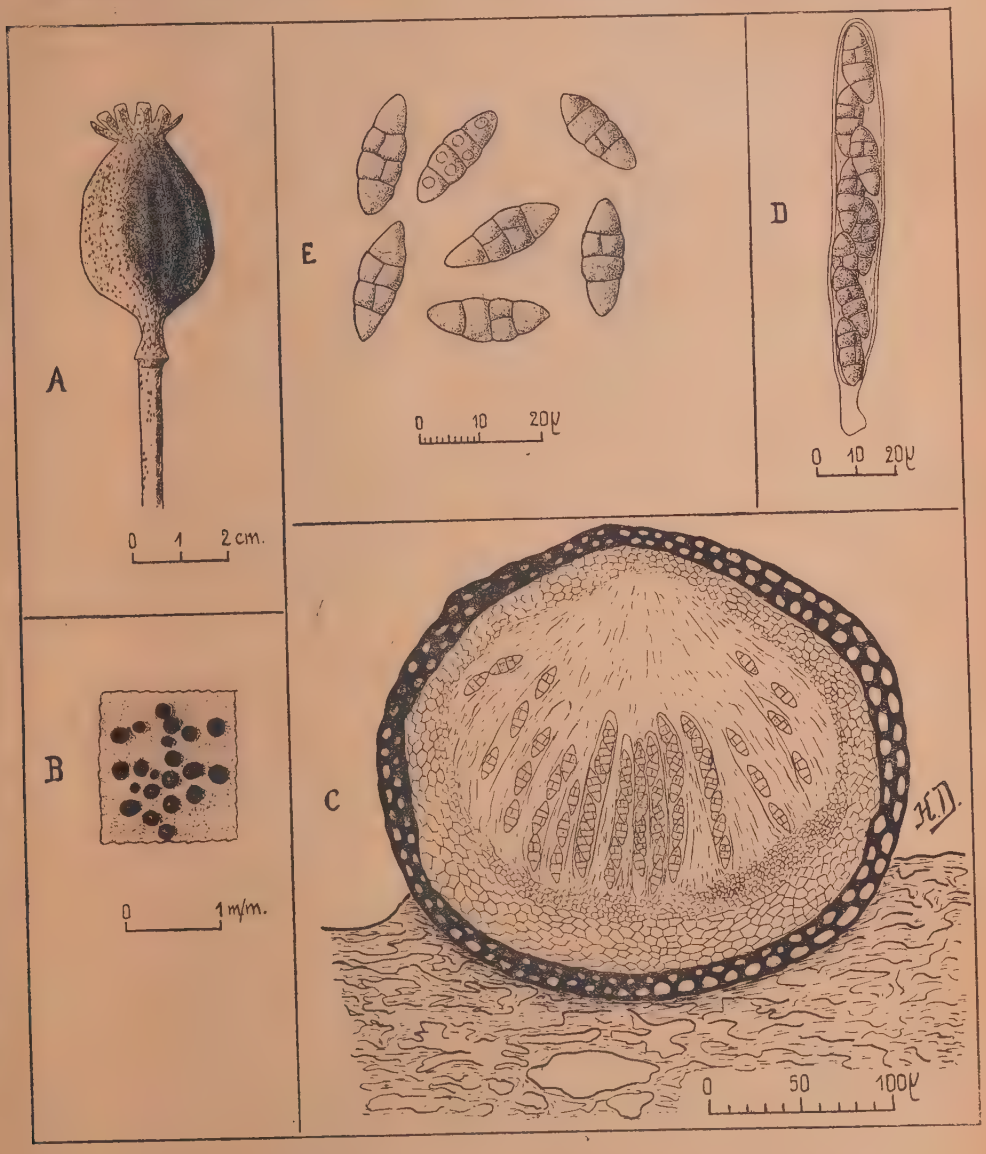



Fig. 14. — *Pleospora papaveracea* (de Notar.) Wint.
A. Périthèces sur capsule (réduct. 1/3);
B. Groupe de périthèces, vu à la loupe, sur plateau stigmatique;
C. Coupe d'un périthèce; D. Asque; E. Ascospores.

A Versailles, les périthèces se sont formés en grand nombre au cours de l'hiver 1944-

1945, sur débris de capsule et de tige, ils étaient particulièrement abondants sur le plateau stigmatique (fig. 14 A). Ce sont des organes globuleux, légèrement applatis, entourés d'un peridium noir, peu enfoncés dans les tissus de l'hôte et disposés en groupe (fig. 14 B); le plus grand diamètre (largeur) mesure en moyenne 300 $\mu$ et le plus petit (hauteur) 250 $\mu$. (fig. 14 C). En février les asques et ascospores étaient bien différenciés. Les asques sont allongés, 100 $\mu \times$ 12 $\mu$ (fig. 14 D); ils renferment 8 ascospores brun-jaune, munies de 3 cloisons transversales et généralement de 1 ou 2 cloisons longitudinales. Ces spores mesurent 20 $\mu \times 7\mu$; elles sont ovales avec des dépressions nettes au niveau des cloisons; les cellules des 2 extrémités se terminent en angle aigu (fig. 14 E).

L'Helminthosporiose de l'Œillette semble être la maladie la plus grave de celles qui menacent nos plantes oléagineuses.

Comme moyen de lutte nous préconisons la désinfection des semences, efficace surtout contre les attaques précoces sur jeunes plantules. En Pologne Barbacka a obtenu de bons résultats en utilisant le formol du commerce à la dose de 0 l. 25 pour 100 litres d'eau. Christoff en Bulgarie et Reinmuth en Allemagne indiquent que l'emploi, en poudrage, des composés organo-mercuriques assure une protection satisfaisante. En solution ils seraient plus efficaces mais nuiraient à la germination. Les produits cupriques en poudrage ou en solution pourraient sans doute agir efficacement.

Des pulvérisations préventives à la bouillie bordelaise à 2 p. 100, effectuées en cours de végétation, assureraient la protection des capsules et des feuilles, mais ce procédé ne peut guère être envisagé dans la pratique.

Les différences observées dans l'intensité des attaques sur les diverses variétés permettent d'espérer qu'il sera possible de sélectionner ou de créer des variétés résistantes.

### 2° Mildiou de l'Œillette.

Le Mildiou de l'Œillette [*Peronospora arborescens* (Berk) de Bary] est apparu début août 1944 dans nos cultures.

Ce champignon a été étudié à l'étranger où il cause des dégâts importants sur diverses espèces de Pavots. Yossifovitch (1928, 1929) [40, 41, 42], le décrit comme un des plus graves parasites du Pavot à opium dans la Serbie du sud; Prochaska (1928) [37] en Autriche, Van Poeteren (1923) [39] en Hollande ont observé de sévères attaques. Cotton (1929) [34] signale sa présence sur *Meconopsis betonicifolia* forme *baileyi* en Angleterre, Ecosse et Irlande en 1928.

A Versailles, les attaques furent de faible importance. Elles apparurent tard, au mois d'août, sur des plantes adultes et furent caractérisées par des taches chlorotiques sur les feuilles; celles-ci subirent des déformations et présentèrent, par la suite, des nécroses plus ou moins localisées. Dans les cas graves, elles se dessèchèrent.

La face inférieure des feuilles atteintes était couverte d'un velouté d'abord blanc, puis violet sale de conidiophores et conidies. Les conidiophores sont ramifiés et chaque rameau flexueux se termine par deux stérigmates; leur longueur est d'environ 500 $\mu$ (fig. 15). Les conidies germent par filament, elles sont globuleuses, à maturité leurs dimensions moyennes sont 23, 2 $\mu \times$ 20,8 $\mu$ avec pour extrêmes 25 $\mu \times$ 23 $\mu$ et 18 $\mu \times$ 17 $\mu$. Le rapport longueur sur largeur est de 1, 11. Ces mensurations sont un peu différentes de celles données par plusieurs auteurs. Sur les Pavots à opium Yossifovitch a décrit deux types de conidies, les unes sont elliptiques et mesurent en moyenne 23,3 $\mu \times$ 16, 3 $\mu$, le rapport $\frac{L}{l} = 1{,}43$, les autres, ovales, ont pour dimensions 18,7 $\mu \times$ 16,2 $\mu$, $\frac{L}{l} =$

1,17. Elles sont donc plus allongées que les nôtres. Par leur forme les conidies que nous avons observées se rapprochent de celles décrites par Gäumann (1923) [35] dont le rapport $\frac{L}{l} = 1,09$, mais les dimensions données par cet auteur sont plus petites : 16,5 $\mu \times$ 15,5 $\mu$. Il est possible que le *Peronospora* de nos cultures soit une forme spécialisée différente de celles étudiées par ces auteurs. Des races physiologiques semblent bien exister. Škorič (1930) [38] n'a jamais observé d'attaque sur *Papaver somniferum* cultivé au voisinage de Coquelicots sauvages (*Papaver rhoeas*) couverts par le champignon. On peut se

Fig. 15. — *Peronospora arborescens* (Berk.) de Bary.
Conidiophores et conidies.

demander, d'autre part, si les différences morphologiques entre nos conidies et celles décrites par Yossifovitch ou Gäumann ne sont pas dues à l'action du milieu.

Le champignon se conserve sous forme d'œufs dans les organes atteints qui restent sur le sol ou qui peuvent être transportés avec les graines (débris de capsule).

Les méthodes de lutte, à utiliser dans le cas ou le parasite menacerait de causer des dégâts plus graves que ceux observés en 1944, consistent à détruire les tiges et les débris de feuilles, à ne faire revenir une culture d'Œillette sur le même terrain qu'au bout de plusieurs années, à n'utiliser que des semences pures. Les pulvérisations cupriques préventives seraient sans doute théoriquement efficaces, mais les bouillies mouillent mal et le traitement serait trop onéreux.

### 3° Oïdium de l'Œillette.

Un Oïdium s'est manifesté fin juillet 1944 dans nos cultures. La plupart des feuilles ont été atteintes et les plantes ont souffert par la suite de la présence du parasite.

Nous n'avons pas trouvé de périthèces, permettant de déterminer avec exactitude l'espèce de champignon.

Les conidies mesurent 23-31 $\mu \times$ 12-15 $\mu$, moyenne 26 $\times$ 14 $\mu$. Elles sont portées

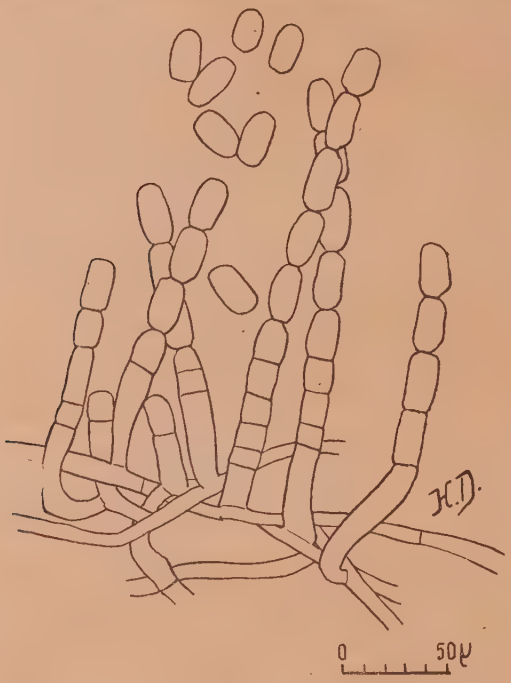



Fig. 16. — Oïdium de l'Œillette.
Forme conidienne.

par des conidiophores de 80-110 $\mu$ de long et 13-14 $\mu$ de large, formés de 5 à 6 cellules. La cellule de base est allongée et présente souvent un étranglement (fig. 16).

La forme conidienne est donc assez semblable à celle de *Erysiphee Cichoracearum*, D. C., espèce qui a été décrite par plusieurs auteurs sur Œillette.

## IV. Maladies du Soja.

En France, le Soja (*Soja hispida*) est surtout attaqué par des virus qui causent des mosaïques et déformations sur les feuilles. Peu de maladies cryptogamiques ont été signalées. A Versailles, nous avons observé une seule de ces maladies.

Début août 1944, des taches rondes, brun-clair, mesurant 2 à 7 millimètres de diamètre, sont apparues sur feuilles. Elles étaient entourées d'une auréole brun-foncé, plus ou moins large et diffuse, s'étendant dans certains cas sur plusieurs centimètres (fig. 17). Les attaques furent nombreuses début octobre. Sur quelques variétés, le quart des feuilles portait des taches, parfois en grand nombre (jusqu'à 20). Il en résultait un

FIG. 17. — *Ascochyta sp.* sur Soja.
Taches sur feuilles (grandeur naturelle). [Photo VINCENT.]

FIG. 18. — *Ascochyta sp.* sur Soja..
Pycnides sur taches (grandeur naturelle). [Photo VINCENT.]

dessèchement total ou partiel de la feuille. Nous avons noté aussi quelques taches peu nombreuses sur gousses.

La zone brun-clair de la tache était couverte de points noirs, les pycnides, parfois disposés en lignes concentriques, le plus souvent disséminés au hasard (fig. 18). L'examen microscopique de ces organes nous a permis d'identifier le parasite à un champignon du genre *Ascochyta* Libert. Les pycnides sont sphériques, entourés d'un péridium mince (10 $\mu$ environ). Leur diamètre est d'environ 150 $\mu$. Elles renferment un très grand nom-

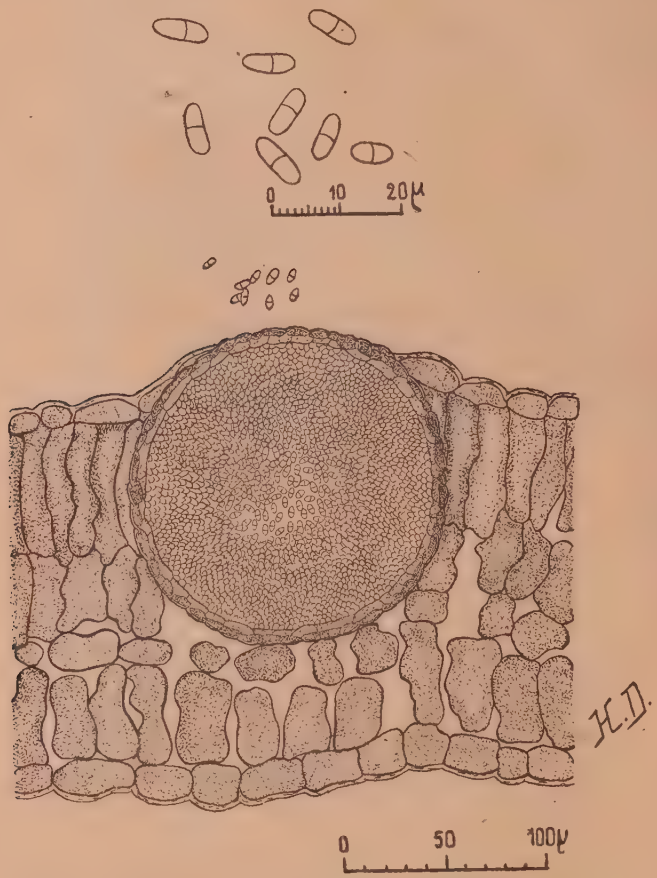



Fig. 19. — *Ascochyta sp.* sur Soja.
Coupe dans une pycnide et spores vues à un fort grossissement.

bre de stylospores hyalines, pourvues d'une cloison transversale, dont les dimensions sont 7-9 $\mu \times$ 2-3 $\mu$ (fig. 19).

Cette maladie du Soja, par ses effets et dégâts, et par sa cause, est très voisine de l'Anthracnose du Pois causé par *AscochytasPisi* Lib. Nous n'avons pas encore pu établir s'il s'agissait du même champignon ou de deux espèces voisines. Signalons que Pidoplitchka (1938) [46] indique la présence d'*Ascochyto Sojaecola* Abramow sur Soja en Russie.

Les dégâts causés par le parasite furent de faible importance car les attaques sur gousses furent rares et le déssèchement partiel d'un certain nombre de feuilles fut trop tardif pour diminuer beaucoup la récolte.

## V. Maladies du Tournesol.

### 1° Rouille du Tournesol.

La Rouille (*Puccinia Helianthi* Schw.) a attaqué le Tournesol (*Helianthus annuus* L.) dans nos cultures au cours des années 1943 et 1944.

En 1944, les premiers sores à urédospores sont apparus début octobre sur les feuilles de base et par la suite sur toutes les feuilles (fig. 20). On les trouve surtout à la face inférieure où ils sont disposés sans ordre, épars, rapprochés ou confluents (fig. 21), de couleur brun-châtain. Les urédospores brun-pâle sont globuleuses ou légèrement ovales

Fig. 20. — Rouille du Tournesol.
Sores à urédospores sur feuille (réduct. 2/3). [Photo Vincent.]

(2 $\mu$ 5 $\times$ 25 $\mu$ ou 28 $\mu \times$ 22 $\mu$.) Elles sont portées par un pédicelle hyalin assez court (28 $\mu$ environ).

Les sores à téleutospores se sont formés en fin de végétation (fin octobre et novembre). Ils sont de couleur plus foncée (brun-noir). Les téleutospores sont bicellulaires, elliptiques, terminées en pointe ou épaissies au sommet, de couleur brun-châtain; elles mesurent 45 $\mu \times$ 25 $\mu$ en moyenne et sont portées par un pédicelle hyalin et très long (120 $\mu$ environ) [fig. 22].

La Rouille du Tournesol a fait l'objet de nombreuses études dans certains pays étrangers, notamment aux Etats-Unis et en Russie. Dans ces pays la maladie se manifeste d'abord au printemps par la formation d'écidies sur la face inférieure des cotylédons et des premières feuilles, avec pycnides correspondantes sur l'autre face. Eremeyeva (1929) [57] signale que les feuilles adultes peuvent aussi porter des écidies si elles ont été con-

taminées avec des téleutospores de l'année précédente. Craigie (1927-1933) [51 à 55], Brown (1935) [49] ont étudié l'hétérothallisme de *Puccinia Helianthi* Schw.

A Versailles, nous n'avons pas trouvé le stade écidien.

La même espèce de Rouille a été décrite sur divers *Helianthus* notamment sur Topinambour (*Helianthus tuberosus* L.). Mais en réalité *Puccinia Helianthi* comprend plusieurs races biologiques. Bailey (1923) [47] indique la présence de 3 ou 4 formes différentes; Brown (1936) [50] a réalisé des infections sur 6 espèces d'*Helianthus* et montré qu'il existait 4 races.

Dans nos cultures les Topinambours sont restés indemnes au voisinage de Tournesols

Fig. 21. — Rouille du Tournesol.
Sores à urédospores vus à la loupe. (Photo Vincent.)

couverts de Rouille. Des essais de contamination effectués à partir d'urédospores ont eu des résultats négatifs sur Topinambour alors que sur Tournesol les nouveaux sores sont apparus treize jours après la contamination. Ces faits montrent que la forme biologique présente sur le Tournesol à Versailles est incapable d'infecter le Topinambour. Par contre cette dernière plante est fréquemment attaquée par la Rouille dans le Sud-Ouest de la France.

En 1944, la maladie a entraîné la dessication partielle de quelques feuilles de Tournesol, mais ces attaques furent trop tardives pour causer des dégâts importants.

Les moyens de lutte consistent à utiliser des variétés résistantes.

### 2° Oïdium du tournesol.

Le Tournesol (*Helianthus annuus* L.) a été attaqué au début du mois d'octobre 1944 par un Oïdium. La face supérieure de nombreuses feuilles et les bractées de quelques capitules étaient recouvertes d'un feutrage blanc.

Les périthèces se sont formés au cours du mois d'octobre. Il s'agissait d'organes appartenant au genre *Sphaerotheca* Léveillé. Ils sont globuleux, de couleur brun-châtain; la

partie supérieure montre 10 à 15 grandes cellules de forme irrégulière entourées par des cellules allongées. Leur diamètre est en moyenne de 110 $\mu$. Ces organes sont munis de

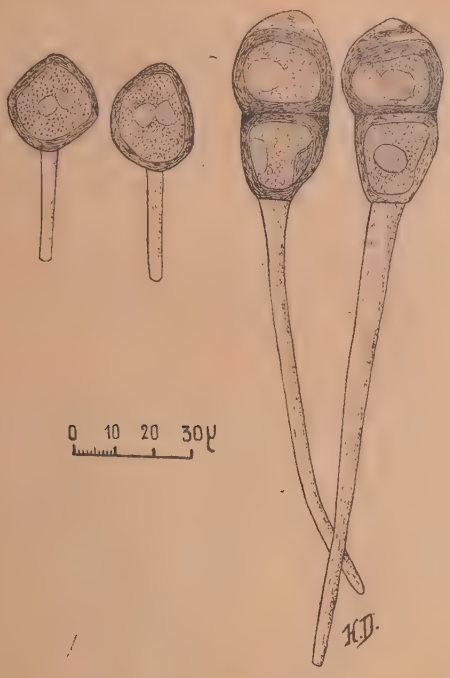



Fig. 22. — *Puccinia Helianthi* Schaw.
A droite, téleutospores ; à gauche, urédospores.

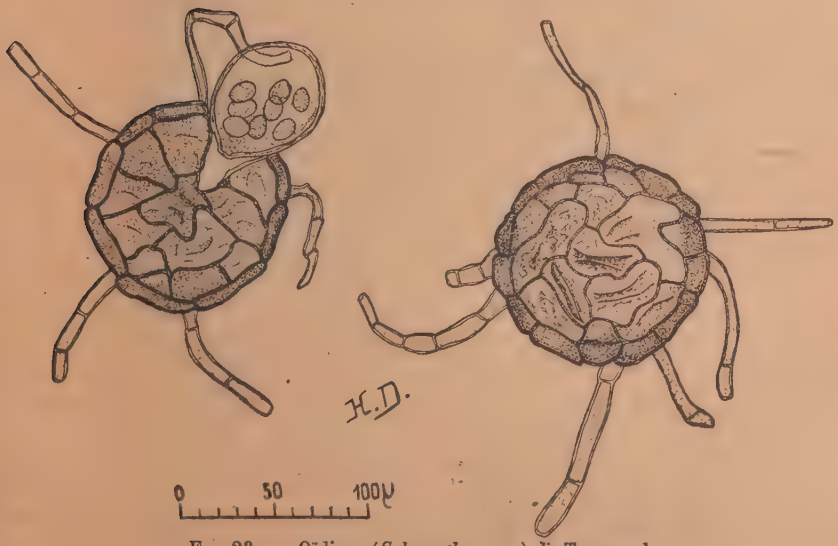



Fig. 23. — Oïdium (*Sphaerotheca sp.*) du Tournesol.
Périthèces, asques et ascospores.

fulcres simples, peu distincts des filaments myceliens, mais cependant légèrement plus foncés, en nombre variable, généralement 5-7, de longueur comprise entre 25 et 110 $\mu$.

Le périthèce renferme un asque unique, presque globuleux, de 70 $\mu \times 55$ $\mu$, hyalin, transparent, qui contient 8 ascospores ovoïdes, mesurant 12,5 — 15 $\mu \times$ 8-11 $\mu$ (fig. 23).

Les dégâts causés par ce parasite n'ont pas été graves, étant restés limités à quelques pieds. Les plantes atteintes ont cependant pris un aspect chlorotique.

Cette maladie était intéressante à signaler parce que jusqu'à présent les Oïdiums décrits sur Tournesol appartenaient presque tous au genre *Erysiphe* (D. C.) Léveillé. Yasu Homma (1937) [70] a cependant noté la présence de *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht) Pollaci sur Tournesol, au Japon. La description qu'il donne de ce champignon diffère très peu de celle que nous venons de faire.

### 3° Pourriture des capitules de tournesol.

Fin septembre et début octobre, en période humide, de nombreux capitules (environ 20 p. 100 de ceux de notre champ d'expérience) pourrirent sous l'action de *Botrytis* sp.

Fig. 24. — Rouille du Carthame.
Sores à urédospores (grandeur naturelle). [Photo Vincent.]

## VI. Maladies du Carthame.

### 1° Rouille du Carthame.

La Rouille du Carthame (*Puccinia Carthami* Cda) s'est manifestée dans nos cultures au cours des années 1943 et 1944.

Cette maladie avait surtout été signalée jusqu'ici en Silésie et en Bohême, ainsi qu'en Egypte (1923) [75].

A Versailles, en 1944, elle apparut au début de juillet. Les Carthames attaqués étaient

situés à proximité d'une parcelle dont la culture avait été contaminée l'année précédente. Les feuilles de la base furent les premières atteintes. Leur face inférieure était couverte de nombreux sores à urédospores (fig. 24).

Les sores à urédospores sont petits, moins d'un millimètre de diamètre, de couleur châtain, disposés sans ordre, en grand nombre à la face inférieure des feuilles, peu nombreux à la face supérieure. Ils renferment des urédospores châtain-clair, presque sphériques avec dépression au niveau du pédicelle, qui mesurent 22-25 $\mu \times$ 21-23 $\mu$. Le pédicelle est hyalin, assez long et épais : 30-40 $\mu \times$ 5-7 $\mu$. Des paraphyses hyalines de 30 à 60 $\mu$ de long sont entremêlées avec les urédospores (fig. 26).

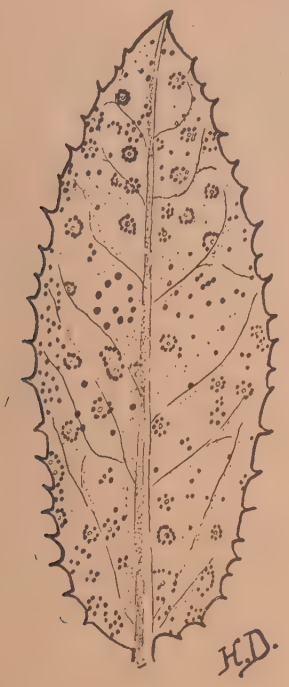



Fig. 25. — Rouille du Carthame.
Sores à téleutospores (grandeur naturelle).

Au début du moins d'août toutes les feuilles et les bractées étaient touchées et d'autant plus gravement qu'elles étaient situées plus près du sol; les quatre ou cinq feuilles de la base étaient desséchées. A cette date les premiers sores à téleutospores étaient déjà formés.

Les sores à téleutospores sont brun-foncé, presque noirs, disposés le plus souvent en cercle autour d'une vieille tache (fig. 25). Les téleutospores sont bicellulaires, plus ou moins ovales, mesurant 30-36 $\mu \times$ 23-27 $\mu$, de couleur brun-châtain. Elles sont portées par un pédicelle hyalin, beaucoup plus mince que celui des urédospores, de 2-3 $\mu$ d'épaisseur. Les téleutospores sont entremêlées de paraphyses semblables à celles des urédospores (fig. 26).

En août et septembre l'attaque se généralisa, causant de graves dommages.

De ces observations, il ressort que les premières sources de contamination viennent du

sol puisque nous avons vu que les feuilles de base étaient les premières attaquées. La propagation de la maladie est très lente. Il faut plus d'un mois pour que les feuilles supérieures soient envahies. D'autre, part des pieds de Carthame situés à 200 mètres des précédents n'ont subi que quelques attaques tardives et d'autres à 400 mètres sont restés indemnes. Cependant des infections artificielles ont montré par la suite qu'il s'agissait de plantes sensibles à la maladie.

Les contaminations artificielles ont été réalisées à partir d'urédospores sur une plante maintenue en atmosphère saturée. Les sores à urédospores résultant de l'infection sont

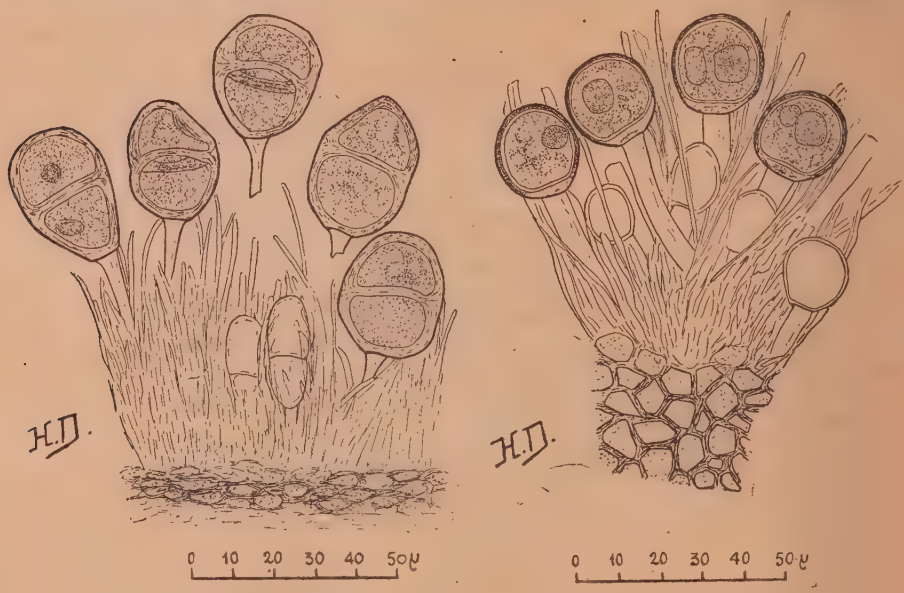



Fig. 26. — *Puccinia Carthami* Cda.
A gauche, téleutospores ; à droite, urédospores.

apparus au bout d'une durée d'incubation de dix jours. La plante infectée fut ensuite laissée au milieu de plantes saines. La propagation fut très lente. Les premières contaminations naturelles se produisirent seulement sur la plante infectée. Par la suite quelques sores furent observés dans un rayon de 2 à 3 mètres autour de celle-ci.

Les méthodes de lutte doivent tenir compte de ces diverses constatations. La propagation de la maladie étant peu rapide, on doit surtout craindre des attaques graves autour des foyers primaires. Or le parasite se conserve par ses téleutospores soit dans les sols ayant porté une culture malade, soit mélangées avec les graines. Il est donc utile de prévoir une rotation de longue durée pour les sols infectés et de procéder à la désinfection des graines pour éviter la création de nouveaux foyers.

### 2° Oïdium du carthame.

En août 1944, nous avons observé la présence d'Oïdium sur feuilles de Carthame (*Carthamus tinctorius* L.). L'attaque fut peu importante et les plantes ne subirent aucun dégât appréciable.

La forme conidienne du parasite est caractérisée par des conidiophores de 100 à

145 $\mu$ de longueur et 12-15 $\mu$ de largeur, formé par 5-6 cellules, celle de base étant allongée 30-90 $\mu$ et amincie dans sa partie inférieure (6-10 $\mu$). Les conidies mesurent 28-34 $\mu \times$ 15-17 $\mu$, en général 28 $\mu \times$ 16 $\mu$ (fig. 27).

Il s'agit vraisemblablement d'*Erysiphe Cichoracearum* f. *Carthami*, signalé notamment en Russie, mais en l'absence de périthèce nous n'avons pu vérifier cette hypothèse.

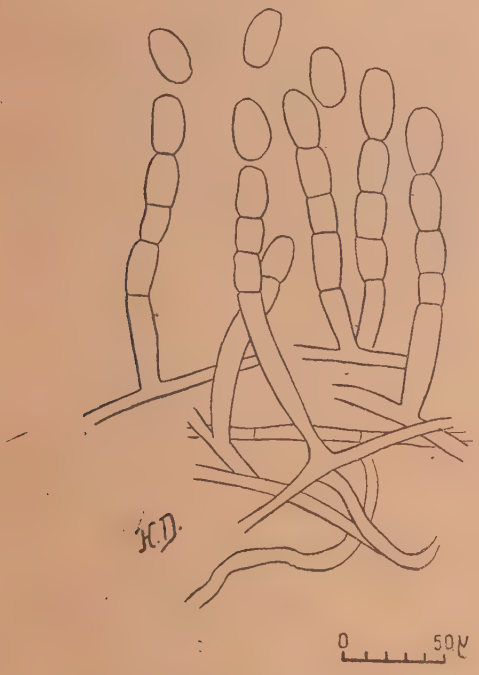



FIG. 27. — Oïdium du Carthame. Forme conidienne.

### VII. Maladies du Lallemantia.

*Lallemantia iberica* est une Labiée originaire du Caucase; on la rencontre à l'état de mauvaise herbe dans différentes régions de Russie. Ses graines sèches contiennent de 29 à 33 p 100 d'huile, aussi est-elle cultivée dans certains pays comme plante oléagineuse. En 1935, elle occupait 16.000 hectares en Russie, notamment dans la région de Rostow et dans le Caucase. Sa culture est connue depuis longtemps en Serbie, Perse et Arménie. En 1942, les Allemands tentèrent de l'introduire dans leur pays. En France elle fait l'objet d'essais. Son principal inconvénient semble être la difficulté que l'on rencontre à séparer les graines du calice. D'autre part, dans les cultures, à Versailles, une maladie cryptogamique a causé d'importants dégâts.

La maladie est apparue vers le 15 juillet 1944 et s'est développée avec intensité par la suite. Au début d'août de nombreux pieds étaient desséchés, surtout dans le lot de semis hâtif. Une forte proportion de plantes ont été tuées sous l'action du parasite.

La maladie est caractérisée par l'apparition de taches brunes, d'abord petites (3-4 millimètres de diamètre), circulaires lorsqu'elles se trouvent au centre du limbe, leurs dimensions par la suite dépassent souvent 1 cm. 5 de diamètre. Leur extension est parfois

arrêtée par les nervures de la feuille. Lorsque les taches sont nombreuses, elles deviennent confluentes et entraînent le dessèchement total ou partiel de la plante (fig. 28).

Tous les organes aériens peuvent être attaqués, surtout les feuilles, mais aussi la tige, les bractées, le calice.

Les taches présentent des cercles concentriques de zones alternativement sombres et claires. Les spores du champignon sont particulièrement nombreuses sur la partie

Fig. 28. — Maladie du *Lallemantia iberica*.
Taches sur feuilles, bractées et calice.

foncée. Elles sont portées par des conidiophores bruns munis de 2 à 5 cloisons, mesurant 56-84 $\mu \times$ 5-6 $\mu$ (fig. 29). Les spores ont un corps châtain-foncé muni de 9 à 12 cloisons transversales et 0 à 7 cloisons longitudinales et qui mesure 72-90 $\mu \times$ 14-19 $\mu$; il se prolonge par un long appendice hyalin de 117 à 156 $\mu$ de long et 2 $\mu$ de large, muni de 4-5 cloisons (fig. 30).

Certaines des conidies ayant des cloisons transversales et longitudinales classeraient le champignon dans le genre *Alternaria*, mais les autres n'ayant que des cloisons transversales le rangeraient dans le genre *Polydesmus*. Nous n'avons d'ailleurs pas établi si les conidies se forment en chaine comme dans ces 2 genres; il paraît peu vraisemblable qu'il puisse en être ainsi en raison de l'existence de ces appendices longs et grêles.

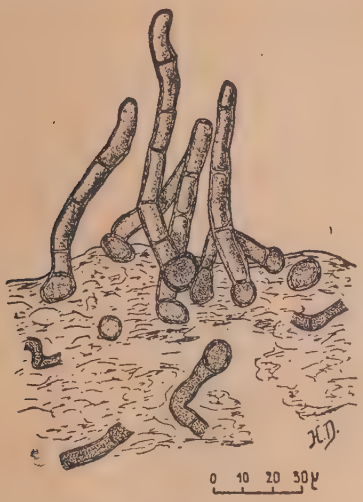



Fig. 29. — Maladie du *Lallemantia*.
Conidiophores du champignon.

Fig. 30. — Maladie du *Lallemantia*.
Conidies du champignon.

Le champignon hiverne sur les débris de plantes infectées. Nous avons trouvé de nombreuses conidies à la fin de janvier sur les calices qui entourent les graines.

D'autre part, des périthèces du genre *Pleospora* Rab. se sont formés au cours de l'hiver sur des débris de tiges de Lallemantia. Il s'agit peut être de la forme parfaite du champi-

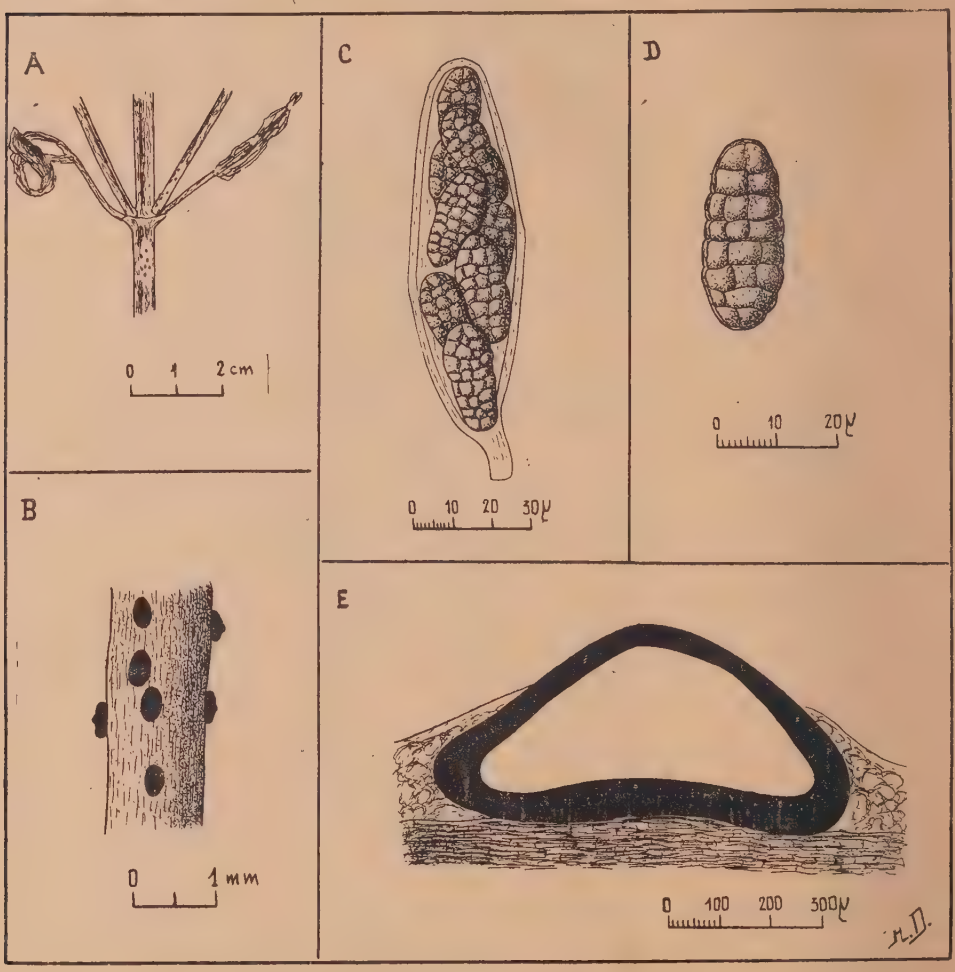



Fig. 31. — *Pleospora sp.* sur *Lallemantia.*
A. Périthèces sur tige (grandeur naturelle); B. Périthèces vue à la loupe; C. Asque; D. Ascospore; E. Coupe d'un périthèce.

gnon précédent. Nous vérifierons cette hypothèse par des cultures en milieu artificiel.

Les périthèces sont par groupe d'une ou plusieurs dizaines sur des zones pâles de la tige (fig. 31 A). Ils sont élargis à la base et se terminent en pointe (fig. 31 B). Leur diamètre dans la partie la plus large est d'environ 0 mm. 8 et leur hauteur de 300 à 400 $\mu$. Ces organes sont entourés par un péridium épais, noir (fig. 31 E). Début février les asques et ascospores étaient formés. Les asques (fig. 31 C) mesurent en moyenne 105 $\mu \times 30$ $\mu$,

ils renferment 8 ascospores, jaune-foncé, munies de nombreuses cloisons transversales et longitudinales (fig. 31 D).

Ce champignon est donc très voisin du *Pleospora herbarum* (Pers.) Rabenh.

Contre la maladie du Lallemantia des pulvérisations cupriques préventives seraient sans doute efficaces. D'autre part la désinfection des semences et une rotation sur un temps assez long empêcheraient la formation des premiers foyers. Mais la culture de cette plante dans notre pays ne semble pas présenter suffisamment d'intérêt pour justifier de telles mesures.

## VIII. Résumé.

En résumé, à Versailles, en 1943 et 1944, les Crucifères ont été atteintes de maladies de types communs :

Mildiou (*Peronospora parasitica* (Pers.) Tul.) sur Colza (*Brassica Napus oleifera* D. C.), Navette (*Brassica Rapa* L.), Cameline (*Camelina sativa* Fr.) et Moutarde blanche (*Sinapis alba* L.).

Oïdium (vraisemblablement *Erysiphe polygoni* D. C.) sur Navette, Colza, Cameline et Moutarde noire (*Sinapis nigra* L.).

Rouille blanche (*Cystopus candidus* [Pers.] de Bary) sur Navette et Cameline.

*Alternaria Brassicae* (Berk) Sacc. (*Polydesmus exitiosus* Kühn) sur Navette, Colza et Moutarde noire.

Plomb sur Colza et Navette.

L'Œillette (*Papaver sommiferum* L. var. *nigrum*) a été attaquée par une maladie grave due à *Helminthosporium Papaveris* Saw. (*Dendryphium penicillatum* Fries) dont la forme parfaite est *Pleospora papaveracea* (de Notar.) Wint, par le Mildiou (*Peronospora aborescens* [Berk.] de Bary) et par l'Oïdium (vraisemblablement *Erysiphe Cichoracearum* D. C.).

Le Soja (*Soja hispida*) par un Ascochyta sp.

Le Tournesol (*Helianthus annuus* L.) par la Rouille (*Puccinia Helianthi* Schw.), par un Oïdium (*Sphaerotheca* sp.) et par une pourriture (*Botrytis* sp.).

Le Carthame (*Carthamus tinctorius*) par une Rouille (*Puccinia Carthami* Cda) et un Oïdium (probablement *Erysiphe Cichoracearum* f. *Carthami*).

Enfin *Lallemantia iberica*, plante soumise à des essais, a été gravement endommagé par un champignon voisin des genres *Alternaria* et *Polydesmus*. Un *Pleospora* sp, présent sur les débris de plante au cours de l'hiver, est probablement la forme parfaite du parasite.

Ainsi nous avons mis en évidence la présence de nombreux parasites peu connus ou n'ayant pas encore été signalés en France : *Helminthosporium papaveris* Saw., *Peronospora arborescens* (Berk) de Bary, *Ascochyta* sp. sur Soja, *Sphaerotheca* sp. sur Tournesol, *Puccinia Carthami* Cda, Oïdium du Carthame, etc., et d'une maladie du Lallemantia qui, à notre connaissance, n'avait encore fait l'objet d'aucune étude en France ou dans les pays étrangers.

En général, ces maladies ne causent que des dégâts limités, la plus grave est l'Helminthosporiose de l'Œillette. On pourrait les combattre par des méthodes de lutte en plein champ si ce procédé n'était pas trop onéreux pour des cultures relativement peu rémunératrices. Contre la plupart d'entre elles, on peut conseiller la désinfection des graines par des traitements analogues à ceux utilisés contre la Carie du Blé. Mais la solution d'avenir est la création et la culture de variétés résistantes.

---

## BIBLIOGRAPHIE.

1. Arnaud (G.) et Darpoux (H.). — Les maladies des plantes oléagineuses. (*C. R. Acad. agric. de France* 7 février 1945.)

### Mildiou des Crucifères.

2. Chu (H. T.). — Notes on the penetration phenomena and haustorium formation in *Peronospora brassicae* Gäumann. (*Ann. phytopath. Soc. Japan,* V, 2, p. 150-157, 16 fig., 1935.) [English summary].
3. De Bruyn (Helena L. G.). — Heterothallism in *Peronospora parasitica*. (Abs. in *Phytopathology,* XXV, I, p. 8, 1935.)
4. De Bruyn (Helena L. G.). — De invloed van bemesting op de aantasting door *Peronospora parasitica* bij Kool. (*Tijdschr. Pl. Ziekt.* XLI. 3 p. 57-64, 1 pl., 1935.)
5. De Bruyn (Helena L. G.). — Heterothallism in *Peronospora parasitica*. (*Genetica,* XIX, 6, p. 553-558, 2 fig., 1937.)
6. Gäumann (E.). — Beiträge zu einer Monographie der Gattung *Peronospora* Corda. (360 p., 166 fig. Zurich, 1923.)
7. Gäumann (E.). — Ueber die Spezialisierung des falschen Mehltaus (*Peronospora brassicae* Gm.) auf dem Kohl und seinen Verwandten. (*Landw. Jahrb. der Schweiz,* XL, 3, p. 463-468, 1926.)
8. Pidoplitchka. — [Les champignons parasites des plantes cultivées.] (*Institut de Microbiologie et de parasitologie d'Ukraine*, Kiev, 1938.)
9. Rayss (T.). — Nouvelle contribution à l'étude de la mycoflore de Palestine. (*Palest. J. Bot.,* J. Ser., I, 2, p. 143-160, 6 fig., 1938.)
10. Sorauer (P.). — Handbuch der Pflanzenkrankheiten. (Band II, p. 444, Berlin, 1928.)

### Oïdium des Crucifères.

11. Davis (W. H.). — A powdery mildew parasitizing Chinese Cabbage. (*Phytopath.,* XVIII, 7, p. 611-615, 1 pl., 1 fig., 1928.)
12. Jaczewski (A. A.). — [Erysiphées], (Leningrad, 1927).
13. Salmon (E. S.). — A Monograph of the Erysiphaceae. (October 1900.)
14. Săvulescu (T.) et Sandu-Ville (C.). — Die Erysiphaceen Rumäniens .(Bucarest, 1929.)

### Alternaria des Crucifères.

15. Arruda (S. C.). — A podridão parda da Couve Flor. (*Biologico,* IV- 10, p. 343-344, 1 fig., 1938.)
16. Chowdhury (S.). — Germination of fungal spores in relation to atmospheric humidity. (*Indian J. agric. Sci.*, VII, 4, p. 653-657, 1937).
17. Fajardo (T. G.) et Palo (M. A.). — A serious leaf spot of Chinese Celery, Cabbage, Wongbok, and other cruciferous plants in Trinidad Valley, Mountain Province, Luzon. (*Philipp. Journ. of Agric.,* V, 3, p. 143-156, 4 pl., 1934.)
18. Goidànich (G.). — Sulle specie di Alternaria che producono il nerume del Cavolfiore in Italia. (*Boll. Staz. Pat. veg. Roma,* N. S., XVII, 2, p. 193-200, 1 fig., 1937.)
19. Harter (L. L.) et Zones (L. R.). — Cabbage diseases. (*U. S. Dept. of Agric. Farmers'*, Bull. 1351, 28 p., 14 fig., 1923.)
20. Klemm (M.). — Die wichtigsten Krankheiten und Schadlinge an Raps und Rübsen. (*Dtsch. landw.,* Pr., LXV, 19, p. 239; 20, p. 251-252, 9 fig., 1 map, 1938.)
21. Malençon (G.) et Delécluse (R.). — Champignons pathogènes observés au Maroc. (*Bull. Soc. Sci., nat. Maroc.* XVII, 2 p. 132-144, 1 pl., 1 fig., 1937.)
22. Nielsen (O.). — Varmvandsbehandling af Kaalfro. (*Tidsskr. Planteavl,* XLI, 3, p. 450-458, 1936.)

23. Pasinetti (L.) et Grancini (P.). — Ricerche sugli effeti delle «radiazioni» su Eumiceti patogeni in funzione del coefficiente respiratorio. (Nota preliminare). (*Riv. Pat. veg.*, XXVIII, 5-6, p. 193-203, 1 fig., 1938.)
24. Raabe (A.). — Untersuchungen äber pilzparasitäre Krankheiten von Raps und Rübsen. (*Zbl. Bakt.*, Abt. 2, C, 1-3, p. 35-52, 9 fig., 1939.)
25. Roger (L.) et Mallamaire (A.). — Notes de phytopathologie africaine. (*Ann. agric. Afr. occ.*, I, 2, p. 187-206, 10 pl., 1937.)

### Helminsthosporiose de l'Œillette.

26. Barbacka (Krystyna). — Helminthosporium na Maku uprawnym (*Helminthosporium papaveris* K. Sawada) [Helminthosporium on cultivated Poppy]. (*Mém. Inst. polon. Econ. rur.*, XVI (1935), I, 14 p., 2 pl., 4 fig., 1936) [English summary].
27. Christoff (A.). — [The *Pleospora* disease of cultivated Poppy], (iii + 99 p., II pl., 1 diag., Sofia, 1930) (English Summary].
28. Girzistka (M^me Z. K.). [Conidial stage of *Pleospora papaveracea* Sacc.] (*Proc. Pan-Soviet Congress of Botanists in Leningrad in January*, 1928), p. 172-173, 1928.
29. Reinmuth (E.). — Die parasitäre Blattdürre, eine fur den Mohnbau bemerkenswerte Krankheit. (*Angew. Bot.*, XXIV, p. 273-277, 1942.)
30. Reinmuth (E.). — Weitere Beobachtungen über die parasitäre Blattdürre des Olmohms. (*Angew. Bot.*, XXV, 3-4, p. 300-304, 1943.)
31. Tulasne (L. et C.). — Selecta Fungorum Carpologia. (Tome II, p. 268-269, tab. XXXI, 11, 1863),
32. Van Poeteren (N.). — Verslag over de werkzaamheden van den Plantenziektenkundigen Dienst in het jaar, 1927. (*Versl. en Meded. Plantenziektenkundigen Dienst te Wageningen*, 55, 93 p., 6 pl., 1 diag. 1929.)
33. Van Poeteren (N.). — Verslag over de werkzaamheden van den Plantenziektenkundigen Dienst in het jaar, 1932. (*Versl. en Meded. Plantenziektenkundigen Dienst te Wageningen*, 72, 148 p., 8 pl., 1933)

### Mildiou de l'Œillette.

34. Cotton (A. D.). — A fungous disease of *Meconopsis*. (*Gard. chron.*, LXXXV, 2200, p. 143-144 1929.)
35. Gäumann (E.). — Beiträge zur einer Monographie der Gattung *Peronospora* Corda. (*Beiträge zur Kryptogamenflora der Schweiz*, Bd V, Heft 4, p. 66-72, 1923.)
36. Pape (H.). — Falscher Mehltau an Mohn. (*Gartenwelt*, XXXVII, p. 289-290, 2 fig., 1933.)
37. Prochaska (M.). — Beobachtungen über das Auftreten von *Peronospora arborescens* (falscher Meltau) auf *Papaver sommiferum*. (*Fortschr. der Landw.*, III, 4, p. 165-167, 4 fig., 1 diag., 1928.)
38. Škorić (V.). — Bolesti bilja ne fakultetskom dobru «Maksimir». (*Rapp. Ann. Univ. de Zagreb 1929*, p. 738-746, 1930.)
39. Van Poeteren (N.). — Verslag over de werkzaamheden van den Plantenziektenkundigen Dienst in het jaar 1922. (*Versl. en Meded. Plantenziektenkundigen Dienst te Wageningen* 31, 57 p., 1923.)
40. Yossifovitch (M.). — Kingdom of the Serbs, Croats, and Slovenes: a destructive disease of the Poppy in Southern Serbia. (*Internat. Bull. Plant. Protect.*, II, 2, p. 18-19, 1928.)
41. Yossifovitch (M.). — *Peronospora arborescens* (Berk) de Bary, un grave parasite du *Papaver sommiferum*. (*C. R. Acad. agric. de France*, XV, 29, p. 1010-1013, 1929.)
42. Yossifovitch (M.). — *Peronospora arborescens* (Berk) de Bary, parasite très important de *Papaver sommiferum* en Yougoslavie. (*Rev. Path. Vég. et Ent. agric.*, XVI, 8, p. 235-270, 12 fig., 2 graphs., 1929).

### Oïdium de l'Œillette.

43. Brundza (K.). — Indélis Lietuves Erysiphacejuflorai [Contribution à la connaissance des Erysiphacées de Lithuanie], *Z. U. Akad. Metrasčio, Kovno, 1935*, 17 p., 1935) [Sommaire en allemand.]
44. Jaczewski (A. A.). — [Erysiphées.] (Leningrad, 1927.)
45. Zaprometoff (N. G.). — [Dieases of cultivated plants in Middle Asia] (165 p., 80 fig., Uzbekistan-Plant Protection Stat., Phytopath. Sect., Tashkent, 1925.)

### Ascochyta sur Soja.

46. Pidoplitchka (M.). — [Les Champignons parasites des plantes cultivées], Kiew, 1938.)

**Rouille du Tournesol.**

47. Bailey (D. L.). — Sunflower rust. (*Minnesota Agric. Exper. Stat. Bull.* 16, 31 p., 3 pl., 1923.)
48. Brown (A. M.). — Diploidisation of haploid by diploid mycelium of *Puccinia helianthi* Schw. (*Nature*, CXXX, 3290, p. 777, 1 fig., 1932.)
49. Brown (A. M.). — A study of coalescing haploid pustules in *Puccinia helianthi*. (*Phytopathology*, XXV, 12, p. 1085-1090, 2 fig., 1935.)
50. Brown (A. M.). — Studies on the interfertility of four strains of *Puccinia helianthi* Schw. (*Canad. J. Res.*, XIV, 10, p. 361-367, 1 pl., 1936.)
51. Craigie (J. H.). — Experiments on sex in rust fungi. (*Nature*, CXX, 3012, p. 116-117, 1927.)
52. Craigie (J. H.). — Discovery of the function of the pycnidia of the rust fungi. (*Nature*, CXX, 3030 p. 765-767, 2 fig., 1927.)
53. Craigie (J. H.). — On the occurence of pycnia and aecia in certain rust fungi. — (*Phytopath.*, XVIII, 12, p. 1005-1015, 3 fig., 1928.)
54. Craigie (J. H.). — An experimental investigation of sex in the rust fungi. — *Phytopath.*, XXI, II, p. 1001-1040, 14 fig., 1931.)
55. Craigie (J. H.). — Union of pycniospores and haploid hyphae in *Puccinia helianthi* Schw. (*Nature*, CXXXI, 3297, p. 25, 1 fig., 1933.)
56. Dounine (M. S.), Zayantchkovskaya (M^me^ M. S.) et Soboleva (M^me^ V. P.). — [Diseases of the Jerusalem Artichoke and their control]. (*Bull. Pan.-Sov. Res. Inst. for Leguminous Crops* Moscou, VI, 1, p. 7-13, 16-150, 46 fig., 1 diag., 1935.)
57. Eremeyeva (M^me^ A. M.) et Karakulin (B. P.). — [Observations on the Sunflower rust at the Lower Volga Regional Agricultural Experiment Station]. (*Morbi Plantarum*, Leningrad, XVIII, 1-2, p. 11-30, 1929.)
58. Gretchushnikoff [Gretschushnikoff] (A. I.). — Toxins of rust (*Puccinia*). [*C. R. Acad. Sc. U. R. S. S.*, N. S., II, 8, p. 335-340, 1936.)
59. Hariot (P.). — Les Urédinées. (*Encyclopédie scientifique*, Paris, 1908.)
60. Hart (Helen) et Forbes (I. L.). — The effect of light on the initiation of rust infection. — *Phytopathology*, XXV, 7, p. 715-725, 1 fig., 1935.)
61. Henry (A. W.) et Gilbert (H. C.). — Important fungous diseases of the common Sunflower. (*Minnesota Studies in Plant Sc. Studies in Biol. Sc.*, 5, p. 295-305, 2 pl., 1924.)
62. Lebedeva (M^me^ L. A.). — [Mycophenological observations made during the summer of 1927 ar cultivated plants at the Saratoff Regional Agricultural Experiment Station and in its immediate vicinity]. (*Materials for Mycol. and Phytopath*), [Leningrad, VI, I, p. 227-238, 1927.)
63. Maneval (W. E.). — Germination of teliospores of rusts at Columbia, Missouri. — (*Phytopath.*, XII, 10, p. 471-488, 1922.)
64. Maneval (W. E.). — Further germination tets with teliospores of rusts. (*Phytopath.*, XVII, 7, p. 491-498, 1927.)
65. Saccardo (P. A.). — Sylloge Fungorum (tome VII, p. 603, 1887.)
66. Săvulescu (T.), Sandu-Ville (C.), Rayss (T.) et Alexandri (V.). — L'état phytosanitaire en Roumanie au cours de l'année 1933-1934. (*Inst. Cer. Agron. al României*, 24, 59 p., 7 fig., 1935.)
67. Shcherbak [Shtsherbak] (S.). — [Breeding the Sunflower for resistance to rust. (*Bull. appl. Bot. Select., 1937*, Ser. A, 21, p. 67-76, 2 graph., 1937.)
68. Shitikova-Roussakova (M^me^ A.). — [On the question of how rust infection is introduced into the Amur Region]. [*Materials for Mycol. and Phytopath.*], (Leningrad. VI, I, p. 13-47, 2 fig., 1927.)
69. Zelle (M. A.). — [Sunflower diseases]. [*Pan-Soviet State Assoc. Control of Pests and Diseases in Agric. and Sylvic.*], (Leningrad., Publ. 6, 32 p., 8 fig., 1932.)

**Oïdium** (Sphærotheca) **du Tournesol.**

70. Homma (Yasu). — Erysiphaceae of Japan. (Sapporo, Japan, 1937.)

**Rouille du Carthame.**

71. Corda. — Icones Fungorum. (Tome IV, p. 15, fig. 52, 1840.)
72. Mourashkinsky (K. E.). — [Diseases of the Safflower]. (*Bull. West Siberian Sect. Russian Geogr. Soc.*), (V., 6 p., 1926.)

73. Rodighin (M. N.). — [Rare and little know fungous diseases of Safflower in the Volga region]. (25 Years Saratoff Agriculturam Institute. Saratoff, p. 186-190, 1939.)
74. Saccardo (P. A.). — Sylloge Fungorum (tome VII, p. 646, 1888.)
75. Snell (K.). — Beiträge zur Kenntnis der pilzparasitärenkrankheiten von kulturpflanzen in Aegyp - ten und ihrer Bekämpfung. (*Angew. Bot.*, V, 3, p. 121-131, 1923.)

### Oïdium du Carthame.

76. Jaczewski (A. A.), — [Erysiphées], (Leningrad, 1927.)
77. Milovtzova (M^me^ M. O.). — [New species of fungi on the medicinal and essential oil plants of the Ukraine.] [*Trav. Inst. Bot. Univ. Kharkoff*], II, p. 7-13, 4 fig., 1937.

### Culture du Lallemantia.

78. Lowig (E.) et Hohenheim. — Anbanversuche mit der Ölpflanze Lallemantia iberica (Fisch-Mey). (*Pflanzenbau*, 19 Jahr., Heft 9, p. 253-260, 1943.)

# LE MILDIOU DE LA VIGNE.

## ESSAIS DU 1ER DEGRÉ À LA GRANDE FERRADE.

### (RAPPORT SUR LES TRAVAUX EFFECTUÉS ET LES RÉSULTATS OBTENUS EN 1943)

par Mlle M. Barraud,
Directeur-adjoint au Laboratoire de Phytopharmacie du Sud-Ouest.

Les essais du premier degré effectués en 1943 par le Laboratoire de Phytopharmacie du Sud-Ouest, ont porté sur les produits dont la liste a été dressée par les soins de M. Raucourt, directeur du Laboratoire de Phytopharmacie du Centre National de Recherches agronomiques de Versailles, chargé de diriger des essais officiels effectués en France, sur le Mildiou de la Vigne.

### I. Les produits essayés.

Le tableau 1 donne la liste des produits essayés.

Tableau I.

*Nomenclature des produits.*

| NUMÉRO DU PRODUIT. | NATURE DU PRODUIT. |
|---|---|
| 1 | Bouillie bordelaise à 1 kg. de sulfate de cuivre par hl. |
| 2 | Produit à base d'oxychlorure de cuivre contenant 49 % de cuivre. |
| 3 | Bouillie bordelaise à 0 kg. 4 de sulfate de cuivre par hl. |
| 4 | Produit mixte contenant par litre 75 g. de cuivre combiné de l'hydrosulfate et 300 g. de cryolithe synthétique colloïdale. |
| 5 | Bentonite imprégnée d'une liqueur cuproammoniacale, contenant { humidité : 54 % ; cuivre : 3,8 % sur sec. |
| 6 | Poudre à base de Bentonite imprégnée d'une liqueur cuproammoniacale, contenant : 3,94 % de Cu. sur sec. |
| 7 | Cuprosilicate de soude, en solution colloïdale, à 100 g. de cuivre par hl. |
| 8 | Bouillie bordelaise à 0 kg. 12 de sulfate de cuivre par hl. |
| 9 et 9 *bis* | Ammoniure de cuivre glycériquo contenant 112 à 115 g. de cuivue par litre. |
| 10 | Bouillie bordelaise à 0 kg. 12 de sulfate de cuivre par hl. |
| 11 | Produit contenant de l'arseniate de chaux et 4,1 % de cuivre provenant de l'oxychlorure de Cu. |
| 12 | Produit à base de 17 % de diméthyldithiocarbamate de zinc. |
| 13 | Diméthyldithiocarbamate de zinc employé en mélange avec la bentonite et un mouillant. |
| 14 | Produit à base d'un dérivé du triphénylméthane contenant du cadmium. |
| 15 | Produit à base de Sulfoarsénite d'ammonium, contenant par litre : 60 g. d'As., 40 g. de S., 60 de $NH^3$. |

## II. Les parcelles d'essai.

### 1° Champ d'expériences.

Le champ d'expériences utilisé pour les essais est la parcelle n° 3 du domaine de la Grande-Ferrade, de 0 h. 751 de superficie, plantée actuellement de 3.275 ceps de vigne: Cabernet Franc, greffé sur Berlandieri × Riparia, 420 A.

44 rangs de 63 ceps.
12 rangs de 58 à 9 ceps.

### 2° Les parcelles.

Chaque parcelle comporte 36 pieds répartis sur 3 rangs afin de garantir que le rang du milieu, à l'abri des pulvérisations appliquées sur les parcelles voisines, permette de faire des observations et notations se rapportant uniquement à l'action du produit mis en expérience sur cette parcelle.

Nous avons établi 85 parcelles.

Chaque produit essayé était appliqué sur 3 parcelles.

Des répétitions supplémentaires ont été prévues pour les bouillies bordelaises étalons, chaque fois que cela a été jugé nécessaire.

9 parcelles témoins ont été conservées à l'abri de tout traitement.

Chaque parcelle est indiquée très visiblement par un numéro, peint en noir sur une étiquette blanche attachée à une tige de fer, elle-même fixée à l'échalas d'où part le premier rang de la parcelle.

## III. Les traitements.

### 1° Développement de la végétation sur cabernet franc et évolution du mildiou.

En ce qui concerne le développement de la végétation sur Cabernet Franc et l'évolution du Mildiou nous ne répéterons pas ce qui a été dit dans le Mémoire relatif aux essais du 2e degré [1]. Nous rappellerons simplement que si la floraison a été hâtive (2e quinzaine de mai) et si la véraison a commencé de bonne heure (23 juillet) elle a été cependant plus lente que d'habitude et le raisin n'est venu à maturité que dans la deuxième quinzaine de septembre où ont eu lieu les vendanges.

Quant au Mildiou, il n'a fait son apparition sur feuilles et avec quelque gravité qu'au début d'août, donc après la véraison; la maladie a atteint le maximum de virulence vers le 12 août, et une sortie beaucoup plus faible a été enregistrée fin août.

Il n'y a donc pas eu de mildiou de la grappe en 1943, mais simplement du Mildiou de la feuille.

### 2° Date des traitements.

Les traitements ont été effectués aux dates préconisées par la Station d'avertissements agricoles du Sud-Ouest : le premier traitement le 29 mai, par beau temps très chaud, sans vent (température maximum 34°); le deuxième traitement le 29 juin, par beau temps, avec vent frais (température maximum 28° 4).

[1] Voir M. Gaudineau et R. de Sèze. — Essais de lutte contre le Mildiou et l'Oïdium de la Vigne en 1943.

### 3° Personnel et matériel.

L'application des produits a été faite par le personnel agricole du Domaine de la Grande-Ferrade, sous la direction du personnel technique du Laboratoire de Phytopharmacie et de la Station de Pathologie végétale.

Les appareils employés sont les appareils Vermorel, à dos, type « Favorex », sous pression initiale de 5 kilogrammes.

### 4° Les produits et leur application.

Le tableau II donne le numéro des parcelles affectées à chaque produit, les quantités de bouillie employées par pied et à l'hectare, pour les 2 traitements effectués et les quantités de cuivre dispersées ainsi par hectolitre de bouillie et par hectare de vigne.

Tableau II.

*Quantités de bouillie et de cuivre employées.*

| Numéro des produits (matière active). | Numéros des parcelles. | Nombre de ceps. | Quantité de bouillie utilisée par cep en litre. | Quantité de bouillie utilisée par hectare en hectolitres. | Quantité de Cu. dispersé par hectolitre en grammes. | Quantité de Cu. dispersé par hectare en kilos. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 — Bouillie bordelaise à 1 p. 100 | 1-27 *bis*-29-36 *bis*-57-85. | 168 | 0,40 | 18 | 250 | 4,5 |
| 2 — Oxychlorure de cuivre | 6-24-52-84. | 148 | 0,57 | 26 | 250 | 6,5 |
| 3 — Bouillie bordelaise à 0,4 p. 100 | 16-19-35 *bis*-47-58 *bis*-78. | 168 | 0,50 | 22,5 | 100 | 2,25 |
| 4 — Cuprocryolithe | 9-21-42-73. | 144 | 0,47 | 21 | 112,5 | 2,4 |
| 5 — Bentonite imprégnée de cuivre | 4-26-37-68. | 144 | 0,28 | 13 | 100 | 1,3 |
| 6 — Bentonite imprégnée de cuivre (en poudre) | 30-31-32-63. | 144 | 0,41 | (1) 184,5 | (1) 3,94 | 7,3 |
| 7 — Cuprosilicate de soude | 27-35-36-58. | 96 | 0,43 | 19 | 100 | 1,9 |
| 8 — Bouillie bordelaise à 0,24 p. 100 | 22-40-41-53. | 144 | 0,40 | 18 | 60 | 1,08 |
| 9 — Ammoniure glycérique à 1/2 | 17-45-46-48. | 72 | 0,63 | 28 | 60 | 1,7 |
| 9 *bis* — Ammoniure glycérique au 1/3 | 17 *bis*-45 *bis*-46 *bis*-48 *bis*. | 72 | 0,61 | 27,5 | 37 | 1 |
| 10 — Bouillie bordelaise à 0,12 p. 100 | 12-34-50-51. | 144 | 0,46 | 21 | 30 | 0,63 |
| 11 — Produit à base d'oxychlorure de Cu | 7-39-56-75. | 140 | 0,43 | 19 | 28,7 | 0,55 |
| 12 — Produit à base de diméthyldithiocarbamate de zinc | 3-44-51-70. | 144 | 0,41 | 18,5 | " | " |
| 13 — Complexe à base de diméthyldithiocarbamate de zinc | 8-49-65-66. | 144 | 0,37 | 17 | " | " |
| 14 — Dérivé du triphénylméthane contenant du cadmium | 13-54-60-71. | 144 | 0,48 | 22 | " | " |
| 15 — Sulfoarsénite d'ammonium | 18-25-59-76. | 144 | 0,33 | 15 | " | " |
| 16 — Témoins non traités | 2-14-11-43-55-62-74-80-82. | 302 | " | " | " | " |

(1) Les chiffres correspondant au produit 6, employé en poudre, sont donnés en kilogrammes ou pour 100 kilogs de poudre.

Nous complétons les indications fournies dans le tableau II par les observations suivantes concernant la nature du produit, son comportement au moment de la préparation de la bouillie et à l'application.

*Produits 1, 3, 8, 10. Bouillie bordelaise.*

La bouillie bordelaise a été préparée avec du sulfate de cuivre neige et de la chaux du commerce pulvérisée; le lait de chaux était ajouté à la solution de sulfate de cuivre jusqu'à alcalinité, contrôlée par le virage du papier de tournesol.

Les bouillies mises en expérience : 1 p. 100, 0,4 p. 100, 0,24 p. 100, 0, 12 p. 100 de sulfate de cuivre, permettent de comparer les produits à expérimenter avec des bouillies à même teneur en cuivre.

*Produit 2.*

C'est un oxychlorure spécial titrant 49 p. 100 de cuivre, qui se présente sous forme d'une poudre bleu-gris. Pour l'employer, on le délaye dans l'eau, très facilement. Il a été employé à la dose de 500 grammes par hectolitre, ce qui correspond à 250 grammes de cuivre par hectolitre; le produit mousse un peu et donne une solution bleu clair, sortant bien des appareils.

*Produit 4.*

Le produit se présente sous forme d'une bouillie bleu-gris. Elle contient 75 grammes par litre de cuivre, combiné de l'hydrosulfate, et 300 grammes de cryolithe synthétique colloïdale. La dose d'emploi préconisée est 1 l. 500 pour 1 hectolitre, ce qui correspond à 112 g. 5 de cuivre par hectolitre. C'est la dose que nous avons employée.

Il est difficile d'homogénéiser le produit avant l'emploi, un important dépôt restant au fond des emballages, et le produit dilué, à l'emploi, présente le défaut de déposer très rapidement.

*Produit 5.*

Ce produit se présente sous forme d'une pâte assez dure, bleu-gris, sentant fortement l'ammoniaque. Elle a été obtenue par traitement d'une bentonite spéciale par une liqueur cuproammoniacale à 17 g. 2 de Cu, par litre, en présence d'acide chlorhydrique au 1/20e essorage et lavage jusqu'aux environs de la neutralisation. La pâte, telle que nous l'avons reçue, contenait 54 p. 100 d'humidité et 3,8 p. 100 de cuivre, calculé sur le produit sec.

Nous avons employé le produit 5 en le diluant pour obtenir une bouillie à 100 grammes de cuivre par hectolitre, en l'additonnant suivant les indications fournies par les fabricants, d'acide chlorhydrique au 1/20e et de sulfate d'ammoniaque.

Le produit présente le grave défaut d'être très difficile à délayer. D'autre part, il dépose vite.

*Produit 6.*

C'est une poudre bleutée, obtenue par traitement d'une bentonite spéciale par une liqueur cuproammoniacale et le sulfate d'ammoniaque, agitation, essorage, lavage, séchage à 50° environ, tamisage.

Le produit contient 3,94 p. 100 de cuivre. Il est recommandé de l'employer en poudrage, tel quel, ce que nous avons fait, mais la poudre est trop dense pour se prêter à ce genre d'opération et roule sur le sol, sans adhérer sensiblement à la feuille.

*Produit 7.*

Le traitement est basé sur la formation d'un cuprosilicate de soude, en solution colloïdale. L'inventeur présente son produit sous forme de deux liqueurs, une blanche, et une bleue. Une pseudo-solution, très fortement colorée en bleu, est obtenue en mélangeant ces deux liqueurs pendant 1 minute. Cette solution-mère qui aurait tendance à se prendre en masse avec le temps, doit être utilisée dans les trois ou quatre jours, après dilution. Nous avons employé une bouillie finale à 100 grammes de cuivre par hectolitre.

Nous n'avons pas eu de difficultés à préparer cette bouillie que nous avons employée sans mouillant. Elle ne marque pas sur feuille au moment de l'emploi, n'étant pas chargée, mais si l'on regarde de près le feuillage traité, on constate que le produit est réparti très régulièrement en gouttelettes très fines.

*Produits 9 et 9 bis. Ammoniure glycérique.*

Cet ammoniure se présente sous l'aspect d'un sirop bleu foncé, contenant 115 à 120 grammes de cuivre par litre.

Nous avons fait les essais à deux dilutions : à 1/2 (60 grammes de cuivre) et 1/3 (37 grammes de cuivre) de litre par hectolitre. La dilution du produit s'est faite très facilement, contrairement à ce qui se passait pour la dilution de l'ammoniure cuprique ordinaire essayé en 1942. L'application a été opérée sans difficultés.

*Produit 11.*

C'est une poudre vert-bleu pâle, à base d'oxychlorure et d'arséniate, qui contiendrait 4,1 p. 100 de cuivre.

Nous l'avons employée en bouillie à la dose de 700 grammes par hectolitre; la bouillie bleutée laiteuse est d'application facile et marque bien.

*Produit 12.*

C'est une poudre blanc-crème, à base de 17 p. 100 à 20 p. 100 de diméthyldithiocarbamate de zinc.

Nous l'avons employée à la dose de 1 p. 100. Ce produit se délaye facilement en donnant un lait blanchâtre, mousseux, marquant bien à l'application.

*Produit 13. Complexe organozincique.*

Comparativement avec le produit 12, nous avons utilisé dans nos essais le diméthyldithiocarbamate de zinc, en mélange avec une bentonite et un mouillant. Le produit obtenu se délaye assez difficilement et mousse beaucoup moins que le produit 12.

*Produit 14.*

Ce produit est une poudre gris-bleu, dont l'élément actif est un dérivé du triphénylméthane contenant du Cadmium (colorant voisin du vert malachite, combiné avec un atome de Cadmium) à la concentration de 2,5 p. 100.

Ce produit a été employé en bouillie, dans l'eau, à la dose de 1 p. 100. La bouillie se fait aisément, mais la matière colorante présente l'inconvénient de tacher les mains.

*Produit 15.*

C'est un liquide aqueux, clair, légèrement verdâtre, sentant le sulfure d'ammonium. La matière active serait un sulfoarsénite d'ammonium, le produit contiendrait :

par litre : As : 60 g. S : 40 g. $NH^3$ : 60 g.

Nous avons utilisé le produit à la dose préconisée par les fabricants, soit 1 p. 100. Le produit ne présente aucune difficulté à l'emploi mais des brûlures sont visibles sur les jeunes feuilles, dès que le feuillage sèche.

## IV. Les notations.

### 1° Note de visibilité.

Une note de visibilité a été donnée entre 0 et 5, le 31 mai.
Les résultats sont consignés dans le tableau III.

Tableau III.
*Visibilité au 31 mai.*

| NUMÉRO DU PRODUIT (MATIÈRE ACTIVE). | TRACE LAISSÉE SUR LA FEUILLE. | NOTE. | OBSERVATIONS. |
|---|---|---|---|
| 1 — Bouillie bordelaise à 1 p. 100 | Bleue normale. | 4 | *Produit 6.* — Pas comparable aux autres produits. Des traces de poudre adhèrent par endroit à la feuille, mais c'est le sol qui est couvert de produit plus que le cep. |
| 2 — Oxychlorure de cuivre | Bleutée. | 5 | |
| 3 — Bouillie bordelaise à 0,4 p. 100 | Bleue peu visible. | 3 | |
| 4 — Cuprocryolithe | Bleutée. | 3 | |
| 5 — Bentonite imprégnée de cuivre | Grisâtre. | 5 | |
| 6 — Bentonite imprégnée de cuivre (poudre) | Bleutée. | | |
| 7 — Cuprosilicate de soude | Peu visible. | 2 | *Produit 7.* — Adhère régulièrement à la feuille; bonne répartition. |
| 8 — Bouillie bordelaise à 0,24 p. 100 | Bleutée. | 2,5 | |
| 9 — Ammoniure glycérique à 1/2 | Bleutée. | 3 | |
| 9 *bis* — Ammoniure glycérique au 1/3 | Bleutée. | 3 | *Produit 15.* — Brûlures sur jeunes feuilles. |
| 10 — Bouillie bordelaise à 0,12 p. 100 | Pas visible. | 0 | |
| 11 — Produit à base d'oxychlorure de cuivre | Blanc. | 5 | |
| 12 — Produit à base de diméthyldithiocarbamate de zinc | Blanc. | 5 | |
| 13 — Complexe à base de diméthyldithiocarbamate de zinc | Café au lait. | 4 | |
| 14 — Dérivé du triphénylméthane contenant du cadmium | Vert bleu. | 5 | |
| 15 — Sulfoarsénite d'ammonium | Peu visible. | 1 | |
| 16 — Témoins non traités | Néant. | 0 | |

Trois remarques s'imposent :

1° Le produit 6 n'est pas comparable aux autres produits puisqu'il est employé en poudrage, tel quel.

Des traces de poudre adhèrent encore au feuillage, par endroit; la poudre trop dense a roulé jusqu'au sol qu'elle couvre abondamment;

2° Le produit 7 est peu visible, mais, cependant, si l'on observe de près le feuillage on constate que le produit adhère très régulièrement à la feuille;

3° Le produit 15 est également peu visible, des auréoles jaunes de sulfure d'arsenic marquent par endroit les feuilles, par ailleurs très nettement brûlées.

Le 19 juin, on note que les parcelles traitées avec le produit 15 présentent seules, dans tout le champ d'expérience, des brûlures graves sur feuilles.

Le 17 juillet, les parcelles traitées avec ce produit sont largement défeuillées.

### 2° Observations et appréciation de la maladie sur feuilles.

Le 19 juin, une parcelle laissée sans traitement présente une feuille âgée, portant en bordure une tache caractéristique de Mildiou avec conidiophores, commencement de dessication, la première rencontrée sur le Domaine en dehors des cuvettes d'expériences.

Le 16 juillet, on trouve également une seule feuille portant une tache de Mildiou récente, avec conidiophores.

Ces observations permettent de confirmer l'absence à peu près absolue de Mildiou dans le champ d'expérience jusqu'à la véraison.

Le Mildiou ne commence à se développer sur jeunes feuilles que dans les premiers jours d'août; on constate que dans les parcelles mises en expérience, les jeunes feuilles non traitées sont visiblement très atteintes, et sur les pieds témoins sans traitement, les feuilles âgées commencent à montrer de graves invasions.

Le 11 août, nous estimons devoir procéder à une appréciation de la maladie sur feuilles traitées, des différences sensibles existant entre les parcelles en expérience. Étant donné que le deuxième traitement date du 29 juin, cette notation permet d'apprécier la persistance de l'efficacité du produit essayé : on remarque immédiatement que les produits ne contenant pas de cuivre ou en contenant de faibles teneurs ont été insuffisants pour protéger la feuille, soit que la matière dite active n'ait aucune efficacité, soit que son efficacité s'atténue avec le temps, sous l'action des agents atmosphériques.

La Bouillie bordelaise à 1 p. 100 et le Produit 2 à base d'oxychlorure n'ont pas encore une seule feuille traitée atteinte, alors que les feuilles des ceps traités avec les produits 13, 14 et 15 (sans cuivre ou avec teneur en cuivre réduite) sont aussi attaquées que celles des pieds témoins.

Laissant la maladie se développer, nous procéderons à une nouvelle appréciation de la gravité de l'attaque sur feuilles le 13 septembre. Les notes données confirment les résultats de la notation du 11 août.

Le tableau IV groupe les observations du 11 août et du 13 septembre.

TABLEAU IV.

*Appréciation de l'attaque sur feuilles.*

| NUMÉRO DU PRODUIT (MATIÈRE ACTIVE). | 11 AOÛT. | | 13 SEPTEMBRE. | |
|---|---|---|---|---|
| | NOTE. | CLASSEMENT. | NOTE. | CLASSEMENT. |
| 1 — Bouillie bordelaise à 1 p. 100 | 20 | 1 | 16,5 | 2 |
| 2 — Oxychlorure de cuivre | 20 | 1 | 17 | 1 |
| 3 — Bouillie bordelaise à 0,4 p. 100 | 18,7 | 2 | 16,3 | 3 |
| 4 — Cuprocryolithe | 18 | 3 | 14,75 | 5 |
| 5 — Bentonite imprégnée de cuivre | 12 | 6 | 12,50 | 10 |
| 6 — Bentonite imprégnée de cuivre (poudre) | 7 | 9 | 9,5 | 13 |
| 7 — Cuprosilicate de soude | 15 | 4 | 14,75 | 5 |
| 8 — Bouillie bordelaise à 0,24 p. 100 | 12 | 6 | 15,25 | 4 |
| 9 — Ammoniure glycérique à 1/2 | 14 | 5 | 13,75 | 7 |
| 9 *bis* — Ammoniure glycérique au 1/3 | 15 | 4 | 13,50 | 8 |
| 10 — Bouillie bordelaise à 0,12 p. 100 | 11 | 7 | 13 | 9 |
| 11 — Produit à base d'oxychlorure de cuivre | 10 | 8 | 13 | 9 |
| 12 — Produit à base de diméthyldithiocarbamate de zinc | 11 | 7 | 14 | 6 |
| 13 — Complexe à base de diméthyldithiocarbamate de zinc | 4 | 11 | 11,5 | 11 |
| 14 — Dérivé du triphénylméthane contenant du cadmium | 2 | 13 | 11,25 | 12 |
| 15 — Sulfoarsénite d'ammonium | 5 | 10 | 9 | 15 |
| 16 — Témoins non traités | 2,2 | 12 | 9,66 | 14 |

### 3° PESÉE DE FEUILLES, 8 ET 9 OCTOBRE.

Il a été procédé les 8 et 9 octobre, après les vendanges faites le 20 septembre, à une pesée de feuilles.

On a prélevé et pesé toutes les feuilles de 5 ceps consécutifs dans deux parcelles sur trois mises en expérience, pour chaque produit.

L'erreur sur la moyenne des dix pesées faites pour chaque produit a été calculée en appliquant la formule de STUDENT. Puis nous avons comparé chaque produit aux bouillies

bordelaises-types en établissant le rapport $\frac{p_n}{p_b}$ du poids de feuilles moyen, par cep, correspondant à un produit, au poids de feuilles moyen, par cep, traité à la bouillie bordelaise considérée.

Nous avons également calculé le coefficient d'efficacité du cuivre $\frac{p'_n}{c}$ rapport du poids de feuilles $p'$ préservé par le produit considéré au poids de cuivre, épandu par hectare [1]; $p'$ étant la différence entre le poids moyen de feuilles pesées, pour chaque produit, et le poids moyen de feuilles du cep témoin non traité.

Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau V.

TABLEAU V.

*Pesée de feuilles.*

| NUMÉRO DU PRODUIT (MATIÈRE ACTIVE). | POIDS DE FEUILLES par cep : $p_n$ en grammes. (1) | COEFFICIENT D'EFFICACITÉ DE CHAQUE PRODUIT $\frac{p_n}{p_b}$ par rapport à la bouillie bordelaise. | | | | CUIVRE ÉPANDU. | | COEFFICIENT D'EFFICACITÉ du cuivre. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | à 1 p. 100. | à 0,4 p. 100. | à 0,24 p. 100. | à 0,12 p. 100. | par hectolitre en g. | par hectare $c$ en kg. | Poids $p'$ (3) | Coeff. $\frac{p'}{c}$ |
| 1 — Bouillie bordelaise à 1 p. 100 | 244 ± 14,6 | 1 | | | | 250 | 4,5 | 227 | 50 |
| 2 — Oxychlorure de cuivre | 278 ± 17 | 1,13 | | | | 250 | 6,5 | 261 | 40 |
| 3 — Bouillie bordelaise à 0,4 p. 100 | 235 ± 13,5 | 0,96 | 1 | | | 100 | 2,25 | 218 | 96 |
| 4 — Cuprocryolithe | 152 ± 16 | 0,62 | 0,45 | 1,45 | | 112,5 | 2,4 | 135 | 56 |
| 5 — Bentonite imprégnée de cuivre | 68 ± 7,5 | 0,27 | 0,28 | 0,64 | 1,7 | 100 | 1,2 | 51 | 42 |
| 6 — Bentonite imprégnée de cuivre (poudre) | 18 ± 2 | 0,07 | | | | (2) 3,94 | 7,3 | 1 | 0,14 |
| 7 — Cuprosilicate de soude | 93 ± 13 | | 0,4 | 0,88 | | 100 | 1,9 | 76 | 40 |
| 8 — Bouillie bordelaise à 0,24 p. 100 | 105 ± 14 | 0,43 | 0,44 | 1 | | 60 | 1,08 | 88 | 81 |
| 9 — Ammoniure glycérique à 1/2 | 83 ± 9,5 | | | 0,79 | | 60 | 1,7 | 66 | 38 |
| 9 *bis* — Ammoniure glycérique au 1/3 | 77 ± 8,7 | | | | 1,9 | 37 | 1 | 60 | 60 |
| 10 — Bouillie bordelaise à 0,12 p. 100 | 40 ± 4 | 0,16 | 0,17 | 0,4 | 1 | 30 | 0,63 | 23 | 36 |
| 11 — Produit à base d'oxychlorure de cuivre | 52 ± 9 | 0,21 | " | 0,5 | 1,3 | 29,7 | 0,55 | 35 | 63 |
| 12 — Produit à base de diméthyldithiocarbamate de zinc | 20 ± 3 | 0,08 | | | 0,5 | | | 3 | |
| 13 — Complexe à base de diméthyldithiocarbamate de zinc | 25 ± 3 | 0,1 | | | 0,62 | | | 8 | |
| 14 — Dérivé du triphénylméthane contenant du cadmium | 18 ± 2,5 | 0,07 | | | 0,45 | | | 6 | |
| 15 — Sulfoarsénite d'ammonium | 23 ± 3 | 0,09 | | | 0,57 | | | 6 | |
| 16 — Témoins non traités | 17 ± 2,5 | | | | | | | | |

(1) L'erreur a été calculée par la formule de STUDENT : $0.7645\sqrt{\frac{\Sigma d^2}{n(n-1)}}$ ou $d$ = diff. entre la pesée de feuilles d'un cep et la moyenne; $n$ = nombre de ceps.
(2) Pour 100 kilos.
(3) Poids de feuilles préservées : $p_n = p_n - p_x$.

## CONCLUSIONS.

Dans les conditions d'attaque de la maladie en 1943, la bouillie à 0,4 p. 100 se montre, après six semaines d'application, d'efficacité à peu près égale à celle de la bouillie à 1 p. 100, résultats qui confirment ceux obtenus déjà, à savoir qu'en cas d'attaque faible, la protection de la vigne peut être obtenue avec des bouillies à 0,5 p. 100.

(1) Ce coefficient d'efficacité a été établi par analogie avec le coefficient d'efficacité sur grappes, établi par M. RAVEOUET, en 1942. — Office international du Vin (juillet-août 1943).

La bouillie à 0,24 p. 100 serait moitié moins efficace que les précédentes, et la bouillie à 0,12 p. 100 se montre nettement insuffisante.

Le produit 2 donne des résultats sensiblement équivalents à ceux de la bouillie à 1 p. 100. On remarque que la quantité de cuivre épandu par hectare avec de la bouillie à base d'oxychlorure est plus forte que celle dispersée avec la bouillie bordelaise à même teneur en cuivre, mais la quantité de feuilles préservées n'est pas proportionnée à l'excédent de cuivre dépensé : le coefficient d'efficacité du cuivre, 40, reste inférieur à celui de la bouillie à 1,50 p. 100.

Le coefficient d'efficacité maximum est obtenu avec la bouillie à 0,4 p. 100 qui s'est montrée la plus économique en cuivre en 1943, puisque le feuillage est aussi bien protégé qu'avec la bouillie à 1 p. 100. Ce coefficient est en effet 96 pour la bouillie à 0,4 p. 100, contre 50 pour la bouillie à 1 p. 100.

Le coefficient d'efficacité de la bouillie à 0,24 p. 100 se classe immédiatement après celui de la bouillie à 0,4 p. 100 : il est en effet 81.

Le produit à base d'hydrosulfate de cuivre et de cryolithe est inférieur à la bouillie à 0,4 p. 100, à même teneur en cuivre, avec une consommation équivalente de cuivre.

Pour le produit 5, avec une consommation moitié moindre de cuivre, la protection est le quart environ de celle obtenue avec la bouillie à 0,4 p. 100, à même teneur en cuivre.

Pour le produit 7, à base de cuprosilicate de soude, par rapport à la bouillie bordelaise à teneur équivalente en cuivre, la dépense en cuivre est de 80 p. 100 et la protection 40 p. 100 seulement.

Pour l'ammoniure de cuivre glycérique, la protection de la feuille serait 70 p. 100 de celle obtenue avec la bouillie bordelaise à même teneur en cuivre.

Dans les conditions de nos expériences, l'ammoniure glycérique se montre loin d'apporter l'économie de cuivre et la protection escomptée par les fabricants; il est à remarquer, toutefois, que si le traitement avait été effectué huit jours et non un mois avant l'invasion du début d'août, l'efficacité du produit aurait peut-être été plus conforme à celle attendue. En année à mildiou, il reste à vérifier si l'ammoniure de cuivre glycérique, en traitements répétés, donne une protection équivalente à celle de la bouillie à 2 p. 100, et supérieure, par conséquence, à celle donnée par l'ammoniure ordinaire.

L'ammoniure au tiers aurait permis de conserver deux fois plus de feuilles que la bouillie à 0,12 p. 100, mais cette protection est très insuffisante.

Tous les produits essayés, à partir du produit n° 10, se sont montrés insuffisants dans les conditions expérimentales de 1943 : or, ils contiennent très peu de cuivre ou pas de cuivre du tout. Pour les produits organiques sans cuivre, on peut penser qu'après un mois d'exposition sur feuilles, à la pluie, à la rosée et à la chaleur qui a été particulièrement forte en cette période (la température maximum moyenne de juillet, à la Grande-Ferrade, sous abri, est de 27°,6, avec 10 journées où le maximum a été supérieur à 30°, le maximum du mois étant atteint le 17 juillet, avec 37°2), la matière organique a pu être détruite. Ces résultats confirment ce qui a été déjà observé, en 1942, pour des produits dont la matière active est organique, par exemple pour le produit à base de sulfocyanodinitrobenzène qui dans les essais effectués à Montpellier, où l'attaque de Mildiou a été tardive, n'a pas donné de résultats satisfaisants.

En ce qui concerne le produit 11, des brûlures graves ont été constatées et, dès le mois de juillet, les parcelles traitées étaient considérablement défeuillées, ce qui ne peut qu'être préjudiciable à la végétation.

Le produit 6, à base de bentonite imprégnée d'ammoniure de cuivre, ne présente aucun intérêt pratique.

## Conclusions générales.

L'année 1943 n'est pas une année à Mildiou.

A la Grande-Ferrade, la maladie n'apparaît qu'après la véraison, au début d'août; en conséquence, les résultats obtenus n'intéressent que la feuille; de plus, le dernier traitement ayant été fait le 29 juin, un mois avant l'invasion la plus forte, les résultats obtenus ne sont intéressants qu'en ce qui concerne la stabilité du produit actif, la persistance de l'action fongicide, par suite de la tenue plus ou moins grande de la bouillie sur la feuille ou de la résistance de la matière active aux intempéries.

Une fois de plus, on constate que le cuivre est l'élément efficace par excellence contre le mildiou; les bouillies à 1 p. 100 et 0,4 p. 100 et l'oxychlorure à 250 grammes par hectolitre ont protégé d'une manière satisfaisante le feuillage qui était à peu près indemne le 25 octobre.

Il serait intéressant en année à mildiou normale de comparer les bouillies bordelaises à teneur faible en cuivre, 0,12 p. 100 à 1 p. 100, afin de déterminer la protection optimum qu'il y a lieu de réaliser pour assurer une récolte optimum en même temps qu'une qualité de moût satisfaisante; un développement très abondant du feuillage ne va-t-il pas à l'encontre du développement de la grappe et de la qualité du moût? On a pu remarquer cette année que le raisin a mûri très difficilement, des grains semblaient déjà mûrs alors que d'autres étaient encore verts; or, les grappes étaient intactes puisqu'il n'y a pas eu de maladie avant la véraison. On se demande si un peu de Rot-Brun, éclaircissant légèrement la grappe, ne facilite pas la maturation du grain et ne favorise pas la qualité du moût. Des renseignements recueillis en Gironde, la qualité du vin en 1943, malgré l'absence de maladie, et la température élevée, ne serait pas aussi bonne que pour la récolte de 1942, alors même que les vendanges ont été faites avant les pluies d'automne. En un mot, même en période d'abondance de cuivre, n'y-a-t-il pas intérêt, à certains points de vue, à ne traiter qu'à la bouillie à 1 ou 0,5 p. 100, si l'attaque ne présente qu'une intensité moyenne.

Les résultats donnés par l'ammoniure de cuivre glycérique s'éloignent beaucoup de ceux donnés par la bouillie bordelaise.

Les produits à faible teneur en cuivre ou à base de matières organiques se sont montrés très insuffisants dans les conditions de nos expériences. Toutefois, certains d'entre eux ayant donné à peu près satisfaction en 1942, il n'y a pas lieu de les condamner irrémédiablement. A défaut de cuivre et en traitements fréquents au cours de l'été, ils pourraient suppléer le cuivre qu'on réserverait, et à faibles doses (bouillie à 0,5 p. 100), pour un premier traitement de couverture, puis un dernier traitement, fin juillet, assurant la protection du feuillage et l'aoûtement normal des sarments.

# ESSAIS SUR L'OÏDIUM EN 1943

## AU VIGNOBLE EXPÉRIMENTAL DE BELLE-BEILLE

par L. Simon

Directeur de la Station de Recherches Viticoles, Oenologiques
et d'Arboriculture fruitière d'Angers.

---

Les résultats satisfaisants que nous avons obtenus l'année dernière [1], dans la lutte contre l'Oïdium, par des poudrages avec des soufres bitumineux, consécutifs à des pulvérisations avec des solutions de permanganate de potassium à 125 grammes par hectolitre, nous ont incités cette année à reprendre ces essais.

Il nous a paru intéressant d'établir une comparaison avec d'autres parcelles également traitées au permanganate à la même concentration, mais qui recevraient, en outre, soit un traitement au soufre jaune, soit un traitement au soufre mouillable, soit des traitements aux soufres colloïdaux.

### Dispositif expérimental.

Ces essais ont porté sur 18 rangs de 50 souches environ de Chenin blanc. Ces 18 rangs furent divisés en 6 parcelles de 3 rangs chacune :

Parcelle A : soufre mouillable.
Parcelle B : minerai de soufre à 10,7 p. 100 de soufre métalloïde.
Parcelle C : soufre trituré à 80 p. 100 de soufre métalloïde.
Parcelle D : témoin.
Parcelle E : soufre colloïdal B*.
Parcelle F : soufre colloïdal C*.

Tous les traitements liquides furent exécutés très soigneusement de chaque côté des rangs, avec un appareil à pression préalable donnant une pression de 4 à 6 kilogrammes Les poudrages furent copieux. On utilisa environ 45 kilogrammes de soufre trituré ou de minerai à l'hectare par traitement.

Le tableau I donne les dates ainsi que tous les renseignements concernant l'application de ces traitements.

*Les soufres colloïdaux B et C sont des produits commerciaux liquides contenant 500 grammes de soufre métalloïdique par litre

TABLEAU I. — *Calendrier des traitements.*

| DATE DES TRAITEMENTS. | 1er JUIN. | 24 JUIN. | 26 JUIN. | 17 JUILLET. (MATIN.) | 17 JUILLET. (SOIR.) | 30 JUILLET. | CONSOMMATION TOTALE du soufre pur |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Parcelle A.* Soufre mouillable. | Bouillie bordelaise alcaline à 0 k. 750 de sulfate de cuivre par hecto plus 125 gr. de permanganate de potassium. | Solution de permanganate de potassium à 125 gr. par hecto. | 500 gr. de soufre trituré à 80 p. 100 par hecto. Mouillant employé Résinatol. | Solution de permanganate de potassium à 125 gr. par hecto. | 1 k. de soufre trituré à 80 p. 100 par hecto. Mouillant Résinastol. | 1 k. de soufre trituré à 80 p. 100 par hecto. Mouillant Résinastol. | |
| Consommation en soufre pur à l'hectare. | // | // | 3 k. 800 | // | 12 k. 700 | 12 k. 700 | 29 k. 200 |
| *Parcelle B.* Minerai de soufre à 10,7 p. 100 de soufre pur. | *Idem.* | *Idem.* | Poudrage au minerai de soufre. | *Idem.* | Poudrage au minerai de soufre. | Poudrage au minerai de soufre. | |
| Consommation en soufre pur à l'hectare. | // | // | 4 k. 800 | // | 4 k. 800 | 4 k. 800 | 14 k. 400 |
| *Parcelle C.* Soufre trituré à 80 p. 100 de soufre pur. | *Idem.* | *Idem.* | Poudrage au soufre trituré. | *Idem.* | Poudrage au soufre trituré. | Sans traitement. | |
| Consommation en soufre pur à l'hectare. | // | // | 36 k. | // | 36 k. | // | 72 k. |
| *Parcelle D.* Témoin. | *Idem.* | *Idem.* | Sans traitement. | *Idem.* | Sans traitement. | Sans traitement. | |
| Consommation en soufre pur à l'hectare. | // | // | // | // | // | // | 0 k. |
| *Parcelle E.* Soufre colloïdal B. | *Idem.* | *Idem.* | Bouillie 0 l. 500 de soufre B par hecto. | *Idem.* | Bouillie à 0 l. 500 de soufre B par hecto. | Bouillie à 0 l. 500 de soufre B par hecto. | |
| Consommation en soufre pur à l'hectare. | // | // | 2 k. 380 | // | 2 k. 910 | 2 k. 910 | 8 k. 200 |
| *Parcelle F.* Soufre colloïdal C. | *Idem.* | *Idem.* | Bouillie à 0 l. 200 de soufre C par hecto. | *Idem.* | Bouillie à 0 l. 200 de soufre C par hecto. | Bouillie à 0 l. 200 de soufre C par hecto. | |
| Consommation en soufre pur à l'hectare. | // | // | 0 k. 952 | // | 1 k. 164 | 1 k. 164. | 3 k. 280 |

### Évolution de la maladie.

L'Oïdium fit son apparition sur les feuilles, dans le champ d'expériences, vers le 17 mai. On note son extension le 27 mai sur quelques rameaux. Le Chenin avait, à cette époque, 11 à 12 feuilles étalées. A partir de cette date, jusqu'au 24 juin, l'Oïdium fait des progrès dans le champ d'expériences; la plupart des ceps sont assez envahis par la maladie, principalement les feuilles. L'évolution se poursuit dans la première décade de juillet Le 13 juillet, un examen de toutes les parcelles nous permit de leur attribuer les notes suivantes : on cotait de 0 à 10, 0 représentant une défense nulle, 10 une défense parfaite.

| | | |
|---|---|---|
| Parcelle A = 3. | Parcelle B = 5. | Parcelle C = 8. |
| Parcelle D = 1. | Parcelle E = 3. | Parcelle F = 4. |

A la fin du mois de juillet, l'Oïdium progressait principalement dans le « témoin », la parcelle au soufre mouillable et la parcelle aux soufres colloïdaux B et C, et un peu aussi dans la parcelle au minerai de soufre. Le 25 août, un nouvel examen des parcelles nous amena à établir la nouvelle cotation suivante :

| | | |
|---|---|---|
| Parcelle A = 3. | Parcelle B = 6. | Parcelle C = 9. |
| Parcelle D = 0,5. | Parcelle E = 2. | Parcelle F = 4. |

Au 30 septembre, immédiatement avant les vendanges, un nouvel examen des parcelles confirme les observations du 25 août.

Les trois parcelles aux soufres colloïdaux et au soufre mouillable sont voisines. La vendange est très altérée, les grains ont pris une couleur vert foncé, certains sont même noirs ou éclatés; cependant on trouve çà et là des raisins moins attaqués. De ces trois parcelles, la moins mauvaise est incontestablement la parcelle au soufre C. Il semble que si on avait pu utiliser ce produit plus tôt, on aurait obtenu des résultats meilleurs.

Les deux parcelles au soufre trituré et au minerai de soufre se détachent nettement des autres. La défense a été bonne, toutefois la vendange est nettement plus belle dans la première.

Le témoin est complètement ravagé; les grains sont très petits et complètement noirs ou éclatés.

### Contrôle des résultats.

La pesée de la totalité de la récolte des différentes parcelles n'aurait pas donné des résultats significatifs dans cette vigne âgée.

La taille diffère beaucoup suivant les ceps. Le nombre d'yeux laissés par souche, donc l'importance de la récolte, varie dans de grandes proportions. Cette méthode, de plus, néglige beaucoup d'autres facteurs qui interviennent sur le rendement : la coulure, les insectes, le Mildiou, pour ne citer que les plus importants.

Une méthode absolument rigoureuse permettant un contrôle indiscutable consisterait à peser un très grand nombre de baies dans chaque parcelle, en ayant soin toutefois d'éliminer toutes celles atteintes par d'autres maladies. Nous n'avons pu envisager cette année de faire ce travail, faute de temps et de personnel.

Nous avons choisi une autre méthode de contrôle qui consiste à comparer le poids de 100 grappes normales prélevées dans chaque parcelle. Nous appelons grappes normales dans des parcelles insuffisamment protégées contre l'Oïdium, des grappes ayant sensiblement le même nombre de grains qu'une grappe type de référence choisie dans la parcelle la mieux protégée. En d'autres termes, les grappes choisies dans les parcelles mal protégées contre l'Oïdium auraient acquis, d'après nous, le même développement que dans la parcelle la mieux protégée, s'il n'y avait pas eu d'Oïdium en 1943. Cette méthode moins rigoureuse que la précédente permet toutefois d'éviter les erreurs dues aux autres maladies.

Nous avons enfin effectué des pesées de marc et des dosages de sucre dans les différents moûts. Ces renseignements nous ont permis de déterminer le poids du jus de 100 grappes ainsi que le poids de sucre contenu dans le jus de 100 grappes (tableau II), (voir p. suivante).

En transcrivant ces résultats sur un graphique, on obtient les trois courbes de la figure *. On porte en abscisses la quantité de soufre pur dépensé à l'hectare, et en ordonnées, soit le poids de 100 grappes, soit le poids du jus de 100 grappes, soit le poids du sucre obtenu dans le jus de 100 grappes. Les deux premiers graphiques 1 et 2 sont pratiquement identiques. L'examen du graphique 3 appelle une remarque intéressante. Si l'on considère les deux parcelles au soufre trituré et au minerai de soufre, on constate que pour cette dernière, le poids du jus de 100 grappes est inférieur de 14,4 p. 100 à celui de la parcelle au soufre trituré. Au contraire, si on considère les sucres (graphique 3) cette différence n'est plus que de 5,3 p. 100.

## Conclusions.

1° Les traitements aux soufres colloïdaux et au soufre mouillable, combinés avec des pulvérisations au permanganate de potassium n'ont pas donné, en Anjou, en 1943, des résultats satisfaisants.

2° L'emploi d'un minerai de soufre contenant 10,7 p. 100 de soufre métalloïde a donné des résultats voisins de ceux fournis par un soufre trituré à 80 p. 100 de soufre métalloïde, dans des parcelles qui avaient déjà reçu des traitements au permanganate. Ce résultat confirme nos expériences de 1942*.

3° Une faible attaque d'Oïdium sur les raisins diminue sensiblement la quantité de récolte, 14,4 p. 100 dans nos essais, mais n'affecte pas sensiblement la quantité de sucre à l'hectare 5,3 p. 100 en moins. Nous obtenons une concentration de sucre dans le raisin, concentration que nous recherchons en Anjou, et qui se trouve réalisée certaines années quand la pourriture noble due au *Botrytis Cinerea* envahit la vendange à l'époque de la maturité.

Ces résultats permettent d'envisager pour l'avenir un procédé de lutte contre l'Oïdium qui nous rendra moins tributaires de l'étranger. La France, en effet, possède des gisements importants de minerai de soufre. Ces minerais pourront être utilisés après simple broyage ou après enrichissement. Le permanganate devra être importé, mais la dépense

*« L'Oïdium en 1942, au vignoble expérimental de Belle-Beille », par MM. Moreau, Vinet et Simon. *Annales des Epiphyties*, 1943, tome IX, p. 131.

TABLEAU II. — *Résultats.*

| DATE DES TRAITEMENTS. | POIDS DE 100 GRAPPES. | DENSITÉ DU MOÛT CORRESPONDANT. | SUCRES EN GRAMMES PAR LITRE. | POIDS DU MARC DE 100 GRAPPES. | POIDS DU JUS DE 100 GRAPPES. | POIDS DE SUCRE CONTENU dans le jus de 100 grappes. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Parcelle A.* Soufre mouillable | 5 k. | 1102 | 232 | 2 k. 800 | 2 k. 200 | 463 gr. |
| *Parcelle B.* Minerai de soufre | 9 k. 700 | 1088 | 204 | 3 k. 200 | 6 k. 500 | 1218 gr. |
| *Parcelle C.* Soufre trituré à 80 p. 100 | 10 k. 800 | 1080 | 183 | 3 k. 200 | 7 k. 600 | 1287 gr. |
| *Parcelle D.* Témoin | 3 k. 100 | 1106 | 222 | 2 k. 200 | 0 k. 900 | 180 gr. |
| *Parcelle E.* Soufre colloïdal B | 4 k. 300 | 1108 | 251 | 2 k. 600 | 1 k. 700 | 385 gr. |
| *Parcelle F.* Soufre colloïdal C | 4 k. 700 | 1112 | 255 | 2 k. 700 | 2 k. | 458 gr. |

de ce produit est relativement faible : 3 kilogrammes par hectare dans nos essais, pour trois pulvérisations. Il semble d'ailleurs que l'on pourrait abaisser la teneur de permanganate dans la bouillie à 80 ou 100 grammes par hectolitre, sans diminuer beaucoup l'efficacité, à condition de se servir d'appareils donnant une pression suffisante. La dépense de permanganate serait ramenée à ce moment à 2 kilogrammes environ par hectare.

Cependant la lutte contre l'Oïdium, dans la situation actuelle, reste angoissante, car le permanganate est rare. Les viticulteurs qui ont la bonne fortune d'en posséder peuvent, en se servant des renseignements fournis par ce travail, l'utiliser au mieux. Il est à présumer que tôt ou tard l'on trouve parmi les produits organiques, un fongicide qui possède les mêmes propriétés vis-à-vis de l'Oïdium, que le permanganate. Dès cette année, nous essaierons de préciser, au cours de nouvelles expériences, l'action de certains produits.

# OÏDIUM DE LA VIGNE.

## ESSAIS DE TRAITEMENTS EN 1944

PAR

Mlle M. BARRAUD,
Directeur-adjoint
au Laboratoire de Phytopharmacie du Sud-Ouest,

Mlle M. GAUDINEAU,
Directeur de la Station de Pathologie végétale,

Centre de Recherches agronomiques du Sud-Ouest.

Parmi les essais réalisés cette année à la Grande-Ferrade, ceux qui ont trait à la lutte contre l'oïdium prennent un intérêt particulier; en effet, la gravité de l'attaque du parasite sur les divers organes de la vigne a donné toute sa valeur à la comparaison de l'efficacité des produits. De plus, il n'y a eu qu'une faible invasion de mildiou et l'appréciation des dégâts de l'oïdium devenait par suite plus précise; en particulier, l'absence totale du mildiou de la grappe, aussi bien Rot gris que Rot brun, facilitait grandement les observations sur les raisins au cours de leur développement.

Les produits examinés, dont le détail est donné plus loin, ont été choisis d'après les résultats des essais comparatifs effectués en 1943 dans les diverses régions viticoles françaises, auprès d'Angers, Beaune, Bordeaux, Montpellier, Narbonne. Le choix était considérablement restreint; pour l'obtention du soufre destiné à la vigne, la Production industrielle ne pouvait strictement disposer que des seules ressources françaises, soit minerai, soit déchets de fabrication. C'est d'ailleurs la pénurie de soufre pur, sensible depuis 1941, qui est une des causes de l'extension croissante de l'oïdium dans le vignoble français.

Les traitements ont été réalisés à la Grande-Ferrade grâce à la collaboration des trois services, Pathologie végétale, Phytopharmacie et Recherches viticoles. Nous remercions ici M. SOUTY de l'aide apportée pour l'exécution des traitements et les pesées de récolte.

### I. Les produits essayés.

Le tableau I fournit la liste des produits essayés. Nous les avons groupés en deux séries : essais officiels, essais divers.

### I. Nomenclature des produits essayés.

*Essais officiels.*

N. Huile d'anthracène employée à 0,2 p. 100.
O. Masses d'épuration du gaz à 18 p. 100 de S. environ.
P. Minerai de soufre natif à 10 p. 100 de S. environ.
Q. Minerai de soufre natif enrichi à 20 p. 100 de S. environ, par addition de soufre pur.
R. Minerai de soufre natif enrichi à 30 p. 100 de S. environ, par addition de soufre pur.
S. Soufre sublimé.

*Divers.*

36B. Soufre colloïdal sec à 85 p. 100 de S. employé à 200 grammes par hectolitre.
112. Bouillie sulfocalcique à 230 grammess de S. par litre, employé à 2 p. 100.
113. Bouillie sulfosodique à 250 grammes de S. par litre, employé à 1 p. 100.
39. Mouillant à base d'alcools terpéniques employé à 0, 3 p. 100.
41. Mouillant à base d'alcools terpéniqnes employé à 0,3 p. 100.
48. Adjuvant à base d'huile d'anthracène soluble, employée à 0,2 p. 100.
47. Adjuvant à base de résine employé à 0,3.
43. Permanganate de potasse à 125 grammes par hectolitre.
44. Soufre mouillable employé à 4 p. 100.
45. Crasses de soufre.
36. Produit à base de jus pyroligneux employé à 10 p. 100.

### ESSAIS OFFICIELS.

Les essais officiels comprennent des produits d'origine française contenant du soufre et susceptibles d'être utilisés en remplacement du soufre pur; ce sont le minerai de soufre natif, brut, broyé, ce même minerai enrichi en soufre et les masses d'épuration du gaz d'éclairage; à côté de ces produits contenant du soufre, nous expérimentons un autre produit d'origine française, l'huile d'anthracène N soluble, dont l'emploi avait été signalé en traitement d'hiver de la vigne contre l'oïdium.

Le *minerai natif* brut P est une poudre grise titrant 11 p. 100 de soufre. Nous avons utilisé, en outre, deux échantillons Q et R de ce minerai natif enrichi par addition de soufre pur : l'un, Q, contenant 23 p. 100 de soufre; l'autre, R, 28 p. 100.

Les *masses d'épuration du gaz d'éclairage,* O, desséchées et broyées, titrant 18 p. 100 de soufre, se présentent sous forme d'une poudre gris vert. Elles ont été employées en poudrage, au même titre que les Soufres.

L'*huile d'anthracène* N contient au minimum 70 p. 100 d'huile anthracénique spéciale. C'est une huile noire, épaisse, sentant fortement l'anthracène, se dispersant facilement dans l'eau en donnant un lait beige. Le produit a été essayé à la dose de 0,2 p. 100 dans l'eau.

Le *Soufre sublimé* S pur titrant 98-99 p. 100 de soufre a été employé comme étalon dans la série des essais officiels.

### PRODUITS DIVERS.

Le produit *36* B est un *soufre colloïdal sec,* à 85 p. 100 de soufre employé à la dose de 0,2 p. 100 : il est présenté en blocs blanc crème, très compacts et cassants qui se délitent très facilement dans l'eau pour donner un lait.

La *bouillie sulfocalcique 112*, à 30° Bé, est un liquide aqueux, jaune d'or foncé, transparent, à odeur de sulfure (œufs pourris). Elle est annoncée comme une combinaison de soufre et de calcium, à exposant soufre aussi élevé que possible : elle contient par litre 230 grammes de soufre et 65 grammes de calcium. Nous l'avons utilisée à la dose de 2 p. 100.

La bouillie *113* est un *complexe sulfosodique* d'aspect analogue au produit 112, un peu plus clair cependant, et possédant la même odeur d'œufs pourris. Elle titre 250 grammes de soufre par litre. Nous l'avons utilisée à la dose de 1 litre pour 100 litres.

Dès la généralisation des traitements cupriques contre le mildiou et en particulier lors de l'utilisation des poudres cupriques et de la bouillie bordelaise contre le Rot brun, une certaine efficacité du cuivre contre l'oïdium de la grappe avait été observée. Par ailleurs, en 1933 et 1938, des techniciens avertis de la viticulture, M. Moreau en Champagne et M. Lafon à Cognac, avaient obtenu des résultats notables, pour réduire ou arrêter les invasions d'oïdium sur grappes, par des pulvérisations de bouillie bordelaise additionnée de mouillants à base d'alcools terpéniques.

Dans la région de Cognac, depuis quelques années, M. R. Lafon utilisait ce procédé et le conseillait vivement autant par économie de main-d'œuvre que par manque de soufre et, comme il devenait moins difficile d'obtenir du cuivre que du soufre, M. R. Lafon préconisa tout spécialement, en 1942, une pulvérisation sur grappes, vers la mi-juillet, de bouillie bordelaise additionnée de *mouillants terpéniques*. L'intérêt de leur utilisation croissant avec la pénurie de soufre dont s'inquiétaient les viticulteurs, il devenait important de rechercher dans quelle mesure ces produits mouillants pouvaient être utilisés en remplacement du soufre. C'est ainsi que nous avons été appelés à examiner s'ils possédaient une action propre contre l'oïdium et nous les avons expérimentés, soit seuls, soit en addition aux bouillies bordelaises à 1 et 2 p. 100 de sulfate de cuivre.

Afin de pouvoir les comparer à des traitements liquides, nous avons utilisé, dans les mêmes conditions, le permanganate de potasse, un soufre colloïdal et un soufre mouillable; le soufre sublimé restant notre produit étalon.

Autour de cette étude des mouillants terpéniques, nous avons groupé d'autres produits : un mouillant à base de résine (47), une huile d'anthracène (48), un sous-produit industriel (45) et un produit à base de jus pyroligneux (36).

Les *mouillants 39* et *41* à base d'*alcool terpénique* possèdent la forte odeur du terpinéol. Ce sont des huiles brunes, le mouillant 41 est plus clair que le mouillant 39; ils se dispersent facilement dans l'eau et les bouillies, en donnant un lait. Nous les avons utilisés à la dose de 0,3 p. 100 seuls dans l'eau et, à la même dose, additionnés à la bouillie bordelaise à 2 p. 100 sur Malbec, à la bouillie bordelaise à 1 p. 100 sur Muscadelle.

Le *mouillant 48* à base d'*huile d'anthracène* est une huile d'anthracène préparée spécialement, c'est-à-dire rendue soluble dans l'eau. Cette huile très foncée, à forte odeur d'anthracène, se disperse facilement dans l'eau et les bouillies en donnant un lait; nous l'avons utilisée à la dose de 0,2 p. 100 soit seule, dans l'eau, soit en addition à la bouillie bordelaise à 1 p. 100, sur Muscadelle.

L'*adjuvant 47* est à base de résine; c'est une huile brune très fluide, donnant un lait avec l'eau et les bouillies. Le produit est annoncé comme étant mouillant et adhésif. Nous l'avons expérimenté seul et avec la bouillie bordelaise à 2 et 1 p. 100 respectivement sur Malbec et sur Muscadelle.

Le *soufre mouillable 44* contient 80 p. 100 de soufre, il se présente d'ailleurs sous la forme d'une fleur de soufre dont la teinte jaune est fortement atténuée par la présence de 20 p. 100 de charges. Nous l'avons utilisé à la dose de 6 p. 100.

Le *permanganate de potasse* a été utilisé en solution dans l'eau à la dose de 125 grammes par hectolitre sur Muscadelle. Son application n'a pas été suivie de soufrage.

Le *soufre colloïdal 36 B* a été utilisé sur Muscadelle, comme traitement liquide de comparaison au soufre.

Un produit provenant de déchets industriels a été soumis à notre expérimentation. Nous l'avons essayé sur Muscadelle, en petit, ne voulant pas négliger une source possible de soufre pour l'agriculture. Ces *crasses de soufre* se présentent sous forme de poudre grise contenant 27,5 p. 100 de soufre total. Elles ont été employées en poudrage.

Enfin, puisque l'on recherche dans les possibilités de l'industrie française les produits susceptibles de pallier l'insuffisance actuelle de soufre, nous avons expérimenté sur quelques ceps le *produit 36* à base de *jus pyroligneux* de bois de pin des Landes, liquide aqueux, roux, à forte odeur de goudron de bois de pin. C'est un jus pyroligneux, saturé par l'oxyde de zinc et employé pour l'imprégnation des traverses de chemins de fer. Nous l'avons utilisé sur Muscadelle à la dose de 10 p. 100 dans l'eau.

## II. Les parcelles d'essai.

Nous avons utilisé pour les essais de produits anticryptogamiques principalement la parcelle 9 du domaine de la Grande-Ferrade complantée en *Cabernet-Sauvignon* et *Malbec*. Nous y avons délimité 39 parcelles, chacune sur trois ou quatre rangs de Cabernet-Sauvignon présentant une bonne homogénéité de plantation, de terrain et d'exposition et les avons destinées aux essais officiels (en trois répétitions), encadrant les parcelles traitées avec les produits en expérience par des parcelles traitées au soufre sublimé et des parcelles témoins non traitées. Les 11 rangées de Cabernet-Sauvignon de cette plantation étaient insuffisantes pour nous permettre d'y installer aussi les essais de produits divers; aussi les avons-nous disposés sur 10 lignes contiguës, complantées en Malbec, où étaient tracées, sur 5 rangs chacune, 23 parcelles. A titre de comparaison, nous y avons réservé des parcelles étalons traitées au soufre et des parcelles non traitées.

Afin de procéder à une deuxième répétition des essais relatifs aux mouillants et adjuvants des bouillies, nous avons délimité dans la parcelle 2 du domaine, dans la partie Nord complantée en *Muscadelle*, une douzaine de parcelles, en général de 30 ceps chacune, répartis sur 3 rangs.

Certains produits n'ont pu être essayés que sur un faible nombre de ceps, la nécessité de traiter dans la même journée imposait une limite à nos terrains d'expériences.

## III. La maladie.

Comme nous l'avons déjà indiqué, les attaques de l'oïdium ont été particulièrement graves cette année dans la région. Dans notre vignoble, l'invasion marquée du parasite était visible dans les parcelles où les traitements des années précédentes comportaient une économie de soufre. Tel est le cas, dès le début de la végétation, de la parcelle de Cabernet-Sauvignon que nous avons utilisée pour nos essais et où nous avons pu suivre

les stades de l'invasion de tous les organes par le champignon qui n'a envahi que plus tard les ceps de Malbec et de Muscadelle.

Relevons tout d'abord les dates principales de cette campagne : le départ de la végétation s'esquissait à la mi-février, mais il a été retardé de plus d'un mois par une recrudescence de froid avec neige les 20 et 22 février et le *débourrement* a eu lieu début avril.

La *floraison* sur Cabernet-Sauvignon et Malbec a débuté le 30 mai et s'est faite jusqu'au 5 juin, la *nouaison* a eu lieu vers le 10 juin.

La *véraison* a débuté sur Malbec le 30 juillet mais elle a été assez lente d'abord; le 9 août, en effet, elle n'était réalisée que sur la moitié environ des grains. Sur Cabernet-Sauvignon, elle n'a commencé que vers le 4-5 août.

La *maturité* a débuté vers le 12 septembre, mais elle a été très irrégulière, sur les cépages rouges, beaucoup de grains sont restés verts pendant très longtemps. Les vendanges ont été faites dans nos essais les 22 et 23 septembre.

L'oïdium apparaissait dès le 3 mai sur les jeunes feuilles du Cabernet-Sauvignon, alors que les pousses n'avaient encore que quelques centimètres; le parasite formait, en bordure du limbe, surtout au niveau des sinus, des plages grisâtres de mycélium qui donnaient à la feuille une frisure anormale. A dater du 15 mai, l'invasion s'était accentuée et il nous était possible de situer les « foyers » de la maladie par le repérage des ceps portant un ou plusieurs rameaux malades. Il était évident que nous nous trouvions là en présence de bourgeons infectés dès leur constitution, peut-être dès l'automne.

Le parasite progressait en général à partir de l'insertion sur le sarment et aussi bien sur le rameau que sur les feuilles; il formait à leur surface un lacis blanc grisâtre, à odeur de moisi. L'aspect général du rameau était sévèrement modifié par la maladie : les mérithalles raccourcis, les feuilles restées légèrement recroquevillées et plus petites, les caractérisaient par leur seule apparence, avant toute constatation du mycélium superficiel. Les jeunes grappes formées sur ces « drapeaux » blanchâtres étaient elles-mêmes attaquées et beaucoup séchèrent, même avant la floraison.

Ces rameaux, attaqués dès le bourgeon, constituèrent des foyers primaires d'infection, que l'on voyait s'étendre d'abord aux feuilles et aux rameaux herbacés à leur contact. Mais le cheminement de proche en proche était remplacé par une invasion à des distances de plus en plus grandes, au fur et à mesure que l'élévation de la température favorisait l'apparition des conidies.

Il y a lieu de suspecter que c'est à partir des foyers sur Cabernet-Sauvignon que s'est produite l'infection de certains autres cépages du domaine; sur le Malbec, planté en lignes contiguës, cette infection ,dès le bourgeon, n'existait pas. Nous avons observé, le 24 mai, une première feuille portant une tache d'oïdium et elle appartenait à un cep du rang le plus proche du Cabernet-Sauvignon. L'extension de la maladie sur Malbec s'est faite assez lentement : le 7 juin, il n'y avait encore que quelques feuilles atteintes. De même, sur Muscadelle, nous avons constaté une attaque analogue à celle du Malbec : le 24 mai, sur 1.000 ceps environ, nous avons noté une seule feuille et un seul rameau atteints; le 7 juin, sur 3.000 ceps, 12 feuilles malades.

C'est à partir de juin que l'invasion s'est étendue aux grappes. Plus hâtive sur Cabernet-Sauvignon où elle est achevée vers le 20 juin, elle aboutit à une généralisation de la maladie qui réduit fortement les différences que nous venons d'indiquer entre les 3 cépages.

L'invasion des grappes s'est produite de bonne heure : sur Cabernet-Sauvignon au stade « verjus » alors que les grains ne dépassaient pas la grosseur d'une tête d'épingle, nous observions déjà qu'ils étaient recouverts de poussière grisâtre d'oïdium. Nous

n'avons constaté sur aucun des cépages qu'il y ait eu dessication et chute des grains; même très attaqués, ils ont grossi légèrement sous une pellicule durcie et épaissie, parfois fendillée en craquelures irrégulières, parfois éclatée en fentes profondes qui mettaient les pépins à nu. A maturité, dans les lots non traités du Cabernet-Sauvignon, les grains entièrement noircis n'avaient pas dépassé la grosseur d'un petit pois.

Après véraison, il y eut sur grappes, à plusieurs reprises, une progression de l'oïdium succédant à une phase de repos; mais c'était toujours à partir de plages déjà infectées. C'est seulement sur feuilles et sur sarments qu'apparaissaient de nouvelles taches. Sur Malbec et Muscadelle où l'infection secondaire des rameaux s'était produite après celle des feuilles, des plages nécrosées à disposition radiaire témoignaient de l'invasion du champignon.

Les observations que nous avons pu faire cette année sur la biologie de l'oïdium nous ont convaincus de la réalisation, chez les cépages sensibles comme le Cabernet-Sauvignon, d'une infection dans les bourgeons qui ne semble pas se produire chez d'autres cépages comme le Malbec et la Muscadelle. Ces dégâts directs sur les sarments à l'état herbacé deviennent rares lorsque le vignoble est traité au soufre de façon continue.

## IV. Les traitements contre l'Oïdium.

Les traitements ont été effectués les 8 juin, 28 juin et 2 août sur Cabernet-Sauvignon et Malbec; les 8 juin, 28 juin et 28 juillet sur Muscadelle, par beau temps, souvent venteux, mais nous avions pris soin d'expérimenter les poudres sur des parcelles de 4 et 5 lignes. Un traitement uniforme à la bouillie bordelaise à 1 p. 100 a été appliqué contre le mildiou, sur Cabernet-Sauvignon et sur Malbec, le 1$^{er}$ août. Le champ d'expériences établi sur Muscadelle n'a reçu aucun traitement cuprique contre le mildiou.

L'appplication des produits a été faite par le personnel agricole du domaine de la Grande-Ferrade sous la direction du personnel technique de la station de Pathologie végétale et du laboratoire de Phytopharmacie. Les appareils employés sont les appareils Vermorel à dos, type « Favorex » sous pression initiale de 5 kilogrammes, pour les bouillies, et type « Bluette » à simple effet, pour les poudres.

Le tableau II donne, pour chaque produit, les numéros des parcelles et le nombre de ceps traités, la teneur en éléments utiles des poudres et des bouillies, et les quantités de produits dispersées par hectare planté de 5.800 pieds; voici d'autre part quelques observations concernant l'application des produits.

Tout d'abord, en ce qui concerne les produits appliqués en poudrage, nous avons exécuté le premier traitement avec la même quantité de produits par cep : mais devant les difficultés de réalisation, croissantes avec le développement du feuillage, nous y avons renoncé pour les autres traitements. Ces produits n'ont présenté aucune difficulté à l'emploi.

Nous remarquerons que le soufre mouillable 44 dépose très vite ce qui présente un grave inconvénient par suite du manque d'homogénéité de la bouillie, qui est susceptible cependant de donner une répartition uniforme de soufre sur feuilles et sur grappes. Les produits 36 B et 112 ne marquent pas suffisamment à l'application.

Les mouillants donnent, avec l'eau, un lait marquant peu la vigne à l'application. Les bouillies bordelaises additionnées des mouillants sortent très bien du jet et mouillent parfaitement le feuillage et la grappe.

## II. — Quantités de produits employées à l'hectare.

| Numéro et nom du produit. | Cépage. | Numéro des parcelles. | Nombre de ceps. | Teneur en S. p. 100. | Dose par hectol. | Quantités par hectare (5.800 ceps). Bouillie en hectol. | Poudre en kilos. | Éléments actifs. Soufre. | Divers. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| S-Soufre sublimé | Cab.-Sauv. | 4–8–12–16–19–24–28–35 | 476 | 99 | Poudre. | | 139 | 138,5 | |
| | Malbec | 52–54–57–62 | | | | | | | |
| | Muscadelle | 6 | | | | | 162 | 161 | |
| P-Minerai natif à 10 p. 100 | Cab.-Sauv. | 5–15–23 | 110 | 11,1 | | | 386 | 43 | |
| Q-Minerai enrichi à 20 p. 100 | Cab.-Sauv. | 7–30–38 | 115 | 23 | | | 304 | 70 | |
| | Malbec | 53 | | | | | | | |
| R-Minerai enrichi à 30 p. 100 | Cab.-Sauv. | 9–18–36 | 157 | 28,1 | | | 346 | 97 | |
| | Malbec | 42 | | | | | | | |
| O-Masses d'épuration | Cab.-Sauv. | 3–21–25 | 155 | 18 | | | 306 | 55 | |
| | Malbec | 44 | | | | | | | |
| N-Huile d'anthracène | Cab.-Sauv. | 1–11–20 | 143 | | 0,2 | 42 | | | 8,4 |
| | Malbec | 48 | | | | | | | |
| 44-Soufre mouillable | Cab.-Sauv. | 27 | 93 | 80 | | 30,2 | | 96 | |
| | Malbec | 50 | | | | | | | |
| | Muscadelle | 12 | 28 | | | 25,4 | | 81 | |
| 36-B-Soufre colloïdal sec | Cab.-Sauv. | 34 | 88 | 85 | 0,2 | 35,2 | | 6 | |
| | Malbec | 59 | | | | | | | |
| | Muscadelle | 20 | 30 | | | 38 | | 6,5 | |
| 112-Bouillie sulfocalcique | Cab.-Sauv. | 32 | 85 | 23 | 2 | 31 | | 14 | |
| | Malbec | 55 | | | | | | | |
| 113-Bouillie sulfosodique | Cab.-Sauv. | 29 | 82 | 25 | 1 | 32 | | 8 | |
| | Malbec | 56 | | | | | | | |
| 39-Mouillant à l'alcool terpénique | Malbec | 61 | 50 | | 0,3 | 28 | | | 8,5 |
| | Muscadelle | 15 | 26 | | 0,3 | 27 | | | 8 |
| Bouillie bordelaise à 2 p. 100 + 39 | Malbec | 47 | 50 | | 0,3 | 28 | | | 8,5 |
| Bouillie bordelaise à 1 p. 100 + 39 | Muscadelle | 16 | 29 | | 0,3 | 32 | | | 9,6 |
| 41-Mouillant à l'alcool terpénique | Malbec | 49 | 47 | | 0,3 | 34 | | | 10 |
| | Muscadelle | 10 | 25 | | 0,3 | 34 | | | 10 |
| Bouillie bordelaise à 2 p. 100 + 41 | Malbec | 45 | 49 | | 0,3 | 30 | | | 9 |
| Bouillie bordelaise à 1 p. 100 + 41 | Muscadelle | 11 | 26 | | 0,3 | 30 | | | 9 |
| 47-Adjuvant à la résine | Malbec | 51 | 25 | | 0,3 | 35 | | | 11 |
| Bouillie bordelaise à 2 p. 100 + 47 | Malbec | 58 | 49 | | 0,3 | 27 | | | 8 |
| Bouillie bordelaise à 1 p. 100 + 47 | Muscadelle | 13 | 28 | | 0,3 | 34 | | | 10 |
| 48-Adjuvant à l'huile d'anthracène | Muscadelle | 21 | 14 | | 0,2 | 51 | | | 10 |
| Bouillie bordelaise à 1 p. 100 + 48 | Muscadelle | 18 | 19 | | 0,2 | 36 | | | 7 |
| 45-Crasses de soufre | Muscadelle | 9 | 29 | 27,5 | Poudre. | | 377 | 104 | |
| 36-Jus pyroligneux | Muscadelle | 14 | 25 | | 10 | 37 | | | 3,70 |
| Témoins non traités | | | 566 | | | | | | |

### V. Les notations.

Nous avons observé les parcelles d'essai, au lendemain des traitements, afin de nous rendre compte de la *tenue des produits,* de leur *visibilité, des brûlures* possibles. L'observation, faite au moment de l'application sur la plupart des produits, se confirme après séchage. En général, les produits marquent insuffisamment la vigne. Le produit 36 à base de jus pyroligneux est le plus visible des produits expérimentés sans bouillie bordelaise : il laisse des traînées noirâtres de goudron soluble, précipité sur le feuillage.

Les minerais tiennent encore sur le feuillage par places.

Le produit 48, à base d'huile d'anthracène, employé en solution dans l'eau, a laissé sur les jeunes feuilles de Muscadelle et seulement au premier traitement (8 juin) de petites piqûres noires, occasionnées vraisemblablement par des brûlures légères.

Pour la *comparaison de l'efficacité* des traitements, nous avons eu recours à deux sortes d'appréciations :

1° Notations des dégâts de la maladie;
2° Pesées de récoltes.

Au cours du printemps et de l'été, nous avons fait une notation toutes les fois que l'évolution de la maladie présentait une nouvelle phase d'infection ou une recrudescence d'activité. *En mai,* nous avons compté les organes malades sur chacun des ceps, spécialement les rameaux et les feuilles attaqués dès le bourgeon sur Cabernet-Sauvignon.

*Le 5 juin,* nous avons fait une nouvelle notation sur ces organes où des infections secondaires se produisaient. Vers le *15 juin,* entre les deux premiers traitements des 8 et 28 juin, nous avons compté le nombre de grappes malades par cep, de façon à mettre en évidence la destruction éventuelle des grappes par le parasite. Celle-ci ne s'est pas produite, comme nous l'avons signalé plus haut d'après nos observations du *13 juillet* où nous avons jugé utile de procéder à une évaluation de la gravité de la maladie sur chaque cep. La note 0 étant affectée aux grappes indemnes d'oïdium et la note 10 aux grappes dont tous les grains étaient envahis.

Après le troisième et dernier traitement (2 août) nous avons fait sur grappes des évaluations du même ordre, tenant compte du dégât causé par le parasite, d'abord le *22 août,* puis le *15 septembre.* Ce sont ces deux dernières notations qui sont le plus significatives, car elles tiennent compte des trois traitements et c'est sur elles que nous pouvons baser une comparaison de l'efficacité des produits. Celle du 15 septembre, proche de la vendange faite les 22 et 23 septembre, représente forcément le dégât final sur grappes car depuis le 22 août des modifications de l'hôte ont eu lieu, par exemple certains grains éclataient alors que d'autres continuaient à grossir.

A la vendange, nous avons pesé les raisins de chacune des lignes d'une même parcelle.

Sur Cabernet-Sauvignon, la gravité de l'attaque dans les parcelles non traitées avait réduit considérablement le développement des raisins qui, s'ils ne pouvaient être ajoutés aux cuves de vin de cru, renfermaient cependant assez de jus pour entrer en vinification. Nous n'étions pas en présence de la dessication totale due aux coups de soleil ou au Black-Rot, que l'on a pu observer cette année.

Les tableaux III, IV et V donnent les résultats, respectivement sur Cabernet-Sauvignon, Malbec et Muscadelle, des appréciations que nous estimons devoir retenir parmi les diverses notations effectuées durant la campagne, c'est-à-dire l'évaluation du degré d'attaque des grappes au 15 septembre et les pesées de grappes des 22 et 23 septembre. Pour le Cabernet-Sauvignon, chacun des chiffres correspond à la moyenne, pour les 3 parcelles traitées avec le même produit, des chiffres obtenus sur chacun des ceps de la ligne médiane, en général. Dans les parcelles situées sous le vent dominant et que nous avions établies sur 4 ou 5 lignes parallèles, nous avons relevé les notations de la 3° ou de la 4° ligne afin d'éliminer le plus possible l'entraînement des poudres.

Dans chaque tableau, nous avons adjoint sous les dénominations $n$T, $n$S d'une part, et $p$T, $p$S d'autre part, les notations et les pesées de récolte correspondant aux moyennes des parcelles encadrantes, témoins non traités T et parcelles traitées au soufre sublimé S.

Sur Malbec, nous avons été amenés à relever les chiffres correspondant aux 3° et

4e lignes, afin de compenser, par l'augmentation du nombre des ceps, l'erreur résultant du fait qu'une seule parcelle de 5 lignes était attribuée à chaque produit. Sur Muscadelle, nous n'avions pas de répétitions et nous indiquons les résultats pris sur la ligne médiane.

### VI. Résultats des essais. Discussion et classement des produits.

Les considérations précédemment indiquées, touchant d'une part les différences des attaques de l'oïdium, selon les cépages et, d'autre part, la disposition des parcelles d'essai, nous imposent d'accorder une valeur plus grande aux résultats obtenus sur Cabernet-Sauvignon : en effet, chaque produit comporte 3 parcelles pour les essais officiels, et le cépage, ayant présenté une attaque plus hâtive et plus grave que les autres, fournit une gamme plus complète à notre comparaison.

Remarquons tout d'abord que la notation *n*T sur les « témoins de place » présente peu de variations et montre la grande homogénéité de l'attaque en fin de saison, malgré les foyers très nets d'oïdium observés au départ de la végétation. Il s'ensuit que la comparaison des notations *n* donne de façon assez évidente l'efficacité relative des produits.

Dans le premier groupe, l'huile d'anthracène N n'a qu'une action médiocre, tandis que les masses d'épuration O du gaz d'éclairage ont réduit notablement les dégâts. Les minerais de soufre ont une action relative qui croît avec la richesse en soufre; le minerai enrichi à 30 p. 100 ayant une supériorité marquée sur les autres, avec un écart par rapport au minerai à 20 p. 100 qui n'est pas *a priori* proportionné aux différences réelles de teneur en soufre des trois produits.

III. — CABERNET-SAUVIGNON.

| PRODUITS. | INTENSITÉ DE L'OÏDIUM SUR GRAPPES [1]. | | | POIDS DE GRAPPES PAR CEP. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | LOT TRAITÉ avec produit. | TÉMOINS ENVIRONNANTS. | | LOT TRAITÉ. | TÉMOINS ENVIRONNANTS. | |
| | | Non traités. | Soufre sublimé. | | Non traités. | Soufre sublimé. |
| | *n* | *n*T | *n*S | *p* | *p*T | *p*S |
| N Huile d'anthracène | 8,55 | 9,53 | 1,79 | 506 | 393 | 958 |
| O Masse d'épuration du gaz | 5,76 | 9,60 | 2,02 | 764 | 366 | 894 |
| P Minerai de soufre natif à 10 p. 100 environ | 7,55 | 9,50 | 1,90 | 573 | 387 | 1.079 |
| Q Minerai enrichi à 20 p. 100 environ. | 7 | 9,74 | 1,71 | 797 | 365 | 1.011 |
| R Minerai enrichi à 30 p. 100 environ. | 5,27 | 9,47 | 2,04 | 845 | 393 | 1.066 |
| S Soufre sublimé à 99 p. 100 | | | 1,83 | | | 955 |
| T Témoins non traités | | 9,63 | | | 379 | |
| 36B Soufre colloïdal sec | 8,94 | 9,49 | 2,85 | 644 | 371 | 1.090 |
| 112 Bouillie sulfocalcique | 6,35 | 9,97 | 2,85 | 810 | 308 | 1.090 |
| 113 Bouillie sulfosodique | 3,35 | 9,68 | 1,39 | 1.155 | 372 | 1.152 |
| 44 Soufre mouillable | 7,09 | 9,65 | 1,39 | 618 | 378 | 1.152 |

[1] Notée de 0 à 10, le 15 septembre.

Dans le groupe des produits divers, le soufre colloïdal sec se trouve insuffisant, tout comme nous l'avions observé l'an dernier avec d'autres produits, et même de façon encore plus nette. La bouillie sulfocalcique a une action moyenne, beaucoup plus faible que celle du produit sulfosodique 113 qui a donné les résultats les meilleurs. Quant au soufre mouillable dont nous cherchions à déterminer la valeur, son efficacité est assez faible,

mais nous incriminerons plutôt son défaut de tenue en suspension comme nous le verrons plus loin.

Sur Malbec, la plupart des produits se disposent à peu près dans le même ordre d'efficacité, en particulier l'huile d'anthracène et le soufre colloïdal, les masses d'épuration du gaz, le soufre enrichi à 30 p. 100, le produit sulfosodique et le soufre mouillable. Mais le minerai enrichi à 20 p. 100 et la bouillie sulfocalcique S ont exercé une action bien supérieure à celle que nous venons de relever sur Cabernet-Sauvignon. En effet, la notation sur grappes et le poids de vendange mettent le minerai à 20 p. 100 dans la position du produit le meilleur; mais nos observations biologiques depuis le début de mai nous permettent d'affirmer qu'il s'agit d'un résultat aberrant provenant de différences d'invasion par l'oïdium. Le minerai enrichi à 30 p. 100 s'est trouvé appliqué sur un lot de Malbec très attaqué par l'oïdium, tandis que le minerai à 20 p. 100 était utilisé sur les 5 lignes suivantes beaucoup moins atteintes. Voici les chiffres correspondant aux observations faites le 20 juin, peu avant le deuxième traitement et au moment où l'oïdium envahissait le Malbec :

Minerai enrichi à 20 p. 100 (lot 53), 63 grappes malades sur 10 ceps, soit 6 grappes par cep;

Minerai enrichi à 30 p. 100 (lot 42), 136 grappes malades sur 9 ceps, soit 15 grappes par cep.

IV. — MALBEC.

| PRODUITS. | INTENSITÉ DE L'OÏDIUM SUR GRAPPES [1]. | | | POIDS DE GRAPPES PAR CEP. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | LOT TRAITÉ avec produit. $n$ | TÉMOINS ENVIRONNANTS. Non traités. $nT$ | TÉMOINS ENVIRONNANTS. Soufre sublimé. $nS$ | LOT TRAITÉ. $p$ | TÉMOINS ENVIRONNANTS. Non traités. $pT$ | TÉMOINS ENVIRONNANTS. Soufre sublimé. $pS$ |
| N Huile d'anthracène | 8,47 | 8,97 | 1,81 | 538 | 467 | 1.111 |
| O Masse d'épuration du gaz | 5,76 | 9,50 | 0,65 | 757 | 400 | 1.356 |
| Q Minerai enrichi à 20 p. 100 | 1,31 | 8,61 | 0,66 | 1.563 | 457 | 1.473 |
| R Minerai enrichi à 30 p. 100 | 4,10 | | | 1.131 | | |
| S Soufre sublimé à 99 p. 100 | | | 1,23 | | | 1.292 |
| T Témoins non traités | | 8,79 | | | 462 | |
| 36B Soufre colloïdal sec | 6,76 | 8,97 | 1,81 | 634 | 467 | 1.111 |
| 112 Bouillie sulfocalcique | 3,13 | 9,50 | 0,65 | 955 | 400 | 1.356 |
| 113 Bouillie sulfosodique | 2,02 | | | 1.355 | | |
| 44 Soufre mouillable | 6,75 | 8,39 | 2,85 | 825 | 484 | 903 |
| 39 Mouillant à l'alcool terpénique (H) | 7,90 | | | 515 | | |
| 41 Mouillant à l'alcool terpénique (N) | 8,68 | | | 585 | | |
| 47 Mouillant à base de résine (R) | 9,75 | | | 566 | | |
| Bouillie bordelaise à 2 p. 100 + 39 | 4,87 | 8,97 | 0,77 | 820 | 467 | 1.315 |
| Bouillie bordelaise à 2 p. 100 + 41 | 5,39 | | | 589 | | |
| Bouillie bordelaise à 2 p. 100 + 47 | 5,25 | | | 794 | | |

[1] Notée de 0 à 10, le 15 septembre.

Sur Cabernet, deux jours avant le premier traitement du 8 juin, nous avions relevé sur 30 ceps, 12 ceps malades, aussi bien dans les 3 lots traités au minerai enrichi à 30 p. 100 que dans les 3 lots traités avec le minerai enrichi à 20 p. 100. Cette homogénéité nous permet encore d'accorder plus de crédit à nos comparaisons sur Cabernet. On peut retenir cependant que le minerai enrichi à 20 p. 100 donne de bons résultats lorsqu'on l'applique sur un vignoble peu attaqué par l'oïdium.

Des remarques du même ordre sont applicables au produit 112, bouillie sulfocalcique, nos observations donnant sur 10 ceps :

Cabernet (lot 32), 7 juin, 8 ceps malades; 20 juin, 113 grappes + oïdium;
Malbec (lot 55), 7 juin, 0 cep malade; 20 juin, 9 grappes peu atteintes.

Le soufre colloïdal sec a eu sur Malbec une action protectrice meilleure que sur Cabernet vraisemblablement parce qu'il avait été utilisé sur un lot moins atteint et en dehors de toute infection des bourgeons :

Cabernet (lot 32), 7 juin, 6 ceps malades; 20 juin, 125 grappes atteintes;
Malbec (lot 59), 7 juin, 0 cep malade; 20 juin, 10 grappes peu atteintes;
Muscadelle (lot 20), 7 juin, 0 cep malade; 20 juin, 14 grappes atteintes.

Quant au soufre mouillable 44, il a le grand défaut de ne tenir en suspension que très peu de temps; c'est à ce fait que nous attribuons sa faible efficacité sur Malbec et sur Cabernet par rapport à celle observée sur Muscadelle. Il y a lieu d'améliorer les propriétés physiques de la préparation ou de ne l'utiliser que dans des appareils à brassage continu.

La question des mouillants trouve dans nos essais une réponse assez nettement établie. Les parcelles traitées avec les mouillants à base d'alcools terpéniques ou de résine, dilués dans l'eau à 300 grammes par hectolitre, nous ont donné, comme attaque de l'oïdium et pesées des grappes, des chiffres analogues à ceux des témoins non traités. Sur Malbec, en addition à la bouillie bordelaise à 2 p. 100, nous avons obtenu des résultats intéressants comparables à ceux que nous a donné la masse d'épuration du gaz renfermant 18 p. 100 de soufre. Sur Muscadelle, l'efficacité est marquée et confirme l'intérêt de l'emploi, contre l'oïdium, d'une bouillie bordelaise à 1 p. 100 avec addition de mouillant.

## V. — MUSCADELLE.

| PRODUITS. | INTENSITÉ DE L'OÏDIUM SUR GRAPPES [1]. LOT TRAITÉ avec produit. $n$ | TÉMOINS ENVIRONNANTS. Non traités. $nT$ | TÉMOINS ENVIRONNANTS. Soufre sublimé. $nS$ | POIDS DE GRAPPES PAR CEP. LOT TRAITÉ. $p$ | TÉMOINS ENVIRONNANTS. Non traités. $pT$ | TÉMOINS ENVIRONNANTS. Soufre sublimé. $pS$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 39 Alcool terpénique (H) | 8,66 | | | 200 | | |
| 41 Alcool terpénique (N) | 7,70 | | | 341 | | |
| 48 Huile d'anthracène | 4,90 | | | 450 | | |
| Bouillie bordelaise 1 p. 100 + mouillant 39 (H) | 2,85 | | | 780 | | |
| Bouillie bordelaise 1 p. 100 + mouillant 41 (N) | 3,25 | 8,10 | [2,70] | 697 | 213 | 883 |
| Bouillie bordelaise 1 p. 100 + mouillant 47 (R) | 3,66 | | | 504 | | |
| 49 Bouillie bordelaisa 1 p. 100 + huile 48 | 0,87 | | | 1.210 | | |
| 43 Permanganate de potasse | 9,70 | | | 70 | | |
| S Soufre sublimé à 99 p. 100 | | | [2,70] | | | 883 |
| T Témoins | | 8,10 | | | 213 | |
| 36B Soufre colloïdal sec | 6,55 | | | 150 | | |
| 44 Soufre mouillable | 0,55 | 8,10 | [2,70] | 784 | 213 | 883 |
| 45 Crasses de soufre | 1,20 | | | 1.052 | | |
| 36 Jus pyroligneux | 8,10 | | | 370 | | |

[1] Notée de 0 à 10, le 15 septembre.

Nous signalerons que les parcelles de comparaison traitées au soufre, cotées, sur Muscadelle 2,7, sur Malbec 2,85, correspondent à des foyers d'oïdium et ne peuvent être utilisées. Quant aux résultats obtenus avec les produits divers employés sur Muscadelle, une certaine réserve s'impose étant donné le petit nombre de ceps traités. Les crasses de soufre semblent présenter un intérêt suffisant pour qu'elles soient essayées à nouveau; il en est de même pour l'huile d'anthracène 48. Nous accorderons à cette dernière une valeur analogue à celle des mouillants terpéniques puisque, en addition à la bouillie bordelaise à 1 p. 100, nous avons obtenu 1.210 grammes sur l'une des lignes et 749 grammes sur l'autre. Le jus pyroligneux ne semble pas efficace.

Classement. — Afin de préciser les résultats de nos essais, nous allons définir un certain nombre de valeurs qui nous permettront de classer les produits, d'une part par rapport aux témoins théoriques traités au soufre sublimé et non traités, d'autre part, en fonction des quantités de soufre employé en utilisant les notations $n$, évaluant l'intensité de la maladie, et les poids $p$ de grappes récoltées.

Nous adoptons comme témoin théorique de comparaison la moyenne des notations $n$S ou $n$T et des poids $p$S ou $p$T, obtenus sur les témoins environnants traités ou non.

Nous appelons :

1° *Gravité de l'attaque* Gn le rapport pour chaque produit de la notation $n$ à celle des témoins environnants $n$T, égalée elle-même à 10.

$$Gn = \frac{10\,n}{n\mathrm{T}}.$$

2° *L'efficacité relative au soufre* En, le rapport de l'état sanitaire des parcelles traitées avec le produit considéré à celui des parcelles traitées au soufre sublimé. Les notations ayant été faites de 0 à 10, l'état sanitaire est le complément à 10 de l'attaque.

$$En = \frac{10 - n}{10 - n\mathrm{S}}.$$

3° *Coefficient d'activité* An, par rapport au soufre sublimé et valable pour nos essais, le produit $En \times \frac{q\mathrm{S}}{q}$ de l'efficacité En relative au soufre par le rapport de la quantité de soufre $q$S utilisée dans les parcelles étalons traitées à la quantité $q$ utilisée dans la parcelle examinée.

En effet, en adoptant la définition du coefficient d'activité $a$ calculé par M. Branas dans son étude sur les soufres (1942), nous avons :

$$\frac{\text{état sanitaire du lot traité}}{\text{état sanitaire du lot au S sublimé}} = a \times \frac{q}{q\mathrm{S}}$$

que nous pourrons écrire aussi : $En = a \times \frac{q}{q\mathrm{S}}$ d'où nous tirons $An = \frac{q\mathrm{S}}{q}$.

D'après les pesées de récolte, nous appellerons de façon analogue :

4° *Efficacité* En *relative au soufre* le rapport $\frac{p}{p\mathrm{S}}$ du poids de vendange $p$ de la parcelle traitée, au poids $p$S récolté dans le témoin traité au Soufre :

$$Ep = \frac{p}{p\mathrm{S}}.$$

5° *Valeur d'utilisation* Up d'un produit, le rapport $\frac{q}{q\mathrm{S} \times Ep}$. $q$ est la quantité de Soufre utilisée dans la parcelle traitée, Ep l'efficacité relative au soufre du produit em-

ployé sur cette même parcelle et $q$S la quantité de Soufre utilisée sur les témoins traités au soufre.

En effet, le poids $p$ de récolte obtenu correspond à une utilisation théorique en soufre $\frac{q\mathrm{S} \times p}{p\mathrm{S}}$, soit $q\mathrm{S} \times \mathrm{E}p$. La valeur d'utilisation U$p$, rapport de la quantité réellement utilisée $q$ à cette quantité théoriquement nécessaire, s'exprime donc par la formule :

$$\mathrm{U}p = \frac{q}{q\mathrm{S} \times \mathrm{E}p}.$$

Les tableaux VI et VII nous donnent les classements des produits expérimentés sur Cabernet-Sauvignon; nous remarquons tout d'abord la similitude des classements basés sur la gravité G$n$ de l'attaque par rapport au témoin non traité et sur l'efficacité E$n$ relative au Soufre. Nous retrouvons ainsi en première place et de façon plus évidente peut-être le produit sulfosodique 113 et le minerai de soufre enrichi à 30 p. 100, puis la masse d'épuration du gaz. Mais ces classements offrent surtout l'intérêt de mettre en évidence certaines particularités que nous n'avions pas saisies à l'examen direct précédent. La bouillie sulfocalcique 112 se classe avant le minerai enrichi à 20 p. 100 aussi bien par rapport au témoin que vis-à-vis du soufre; l'huile d'anthracène N se révèle légèrement supérieure au soufre colloïdal sec 36 B.

## VI. — CLASSEMENTS DES PRODUITS D'APRÈS LES RÉSULTATS DES NOTATIONS SUR CABERNET-SAUVIGNON.

| 1. GRAVITÉ DE L'ATTAQUE G$n$. 2. EFFICACITÉ RELATIVE AU SOUFRE E$n$. | 1. $\mathrm{G}n = \frac{10n}{n\mathrm{T}}$ | 2. $\mathrm{E}n = \frac{10-n}{10-n\mathrm{S}}$ |
|---|---|---|
| S Soufre sublimé à 99 p. 100 | 1,90 | 1,00 |
| 113 Bouillie sulfodosique | 3,46 | 0,77 |
| R Minerai de S enrichi à 30 p. 100 | 5,56 | 0,59 |
| 0 Masse d'épuration du gaz | 6,00 | 0,53 |
| 112 Bouillie sulfocalcique | 6,37 | 0,50 |
| Q Minerai enrichi à 20 p. 100 (2) | 7,18 | 0,36 |
| 44 Soufre mouillable | 7,34 | 0,33 |
| P Minerai de S natif 10 p. 100 | 7,94 | 0,30 |
| N Huile d'anthracène | 8,97 | 0,17 |
| 36B Soufre colloïdal sec | 9,42 | 0,14 |
| T Témoin non traité | 10,00 | (1) |

| 3. COEFFICIENT D'ACTIVITÉ A$n$ EN FONCTION DES QUANTITÉS $q$ DE S À L'HECTARE. | $q$ | 3. $\mathrm{A}n = \mathrm{E}n \times \frac{q\mathrm{S}}{q}$ |
|---|---|---|
| 113 Bouillie sulfodosique | 14 | 12,80 |
| 112 Bouillie sulfocalcique | 8 | 4,79 |
| 36B Soufre colloïdal sec | 6 | 3,22 |
| 0 Masse d'épuration du gaz | 55 | 1,51 |
| S Soufre sublimé | 138 | 1,00 |
| P Minerai natif à 10 p. 100 (2) | 43 | 0,96 |
| R Minerai enrichi à 30 p. 100 | 97 | 0,84 |
| Q Minerai enrichi à 20 p. 100 | 70 | 0,71 |
| 44 Soufre mouillable | 96 | 0,47 |

(1) Le même calcul appliqué aux parcelles non traitées donne : 0,04.
(2) A l'analyse, les teneurs réelles en S étaient : P = 11,1 p. 100, Q = 23 p. 100, R = 28,1 p. 100.

L'examen du classement 3, selon les coefficients d'activité $An$ en fonction des quantités de soufre utilisées, nous amène à conclure que la comparaison mathématique avec le soufre sublimé n'est sans doute valable que pour les minerais et le Soufre mouillable; les autres produits renferment du soufre sous une forme telle qu'un terme de comparaison autre que le soufre sublimé serait nécessaire.

De l'examen des quantités de Soufre utilisées, on peut cependant retenir que la bouillie sulfosodique 113, allie la meilleure efficacité à l'une des plus faibles dépenses en soufre. Nous voyons aussi que la masse d'épuration du gaz, O, renfermant 18 p. 100 de soufre, donne de meilleurs résultats que le minerai, enrichi à 20 p. 100, O, avec une dépense en soufre plus faible.

Q, 70 kilogrammes de S par Hectare, efficacité $En = 0,34$; $Ep = 0,78$.
O, 55 kilogrammes de S par hectare, efficacité $En = 0,50$; $Ep = 0,85$.
P, 43 kilogrammes de S par hectare, efficacité $En = 0,25$; $Ep = 0,59$.

Le classement 4 (tabl. VII) des efficacités rapportées aux pesées de récolte confirme dans l'ensemble le classement 2 établi après les notations de maladie; cependant, d'après les pesées de vendange, la masse d'épuration du gaz serait meilleure que la bouillie sulfo-

VII. — CLASSEMENTS DES PRODUITS D'APRÈS LES PESÉES DE RÉCOLTE SUR CABERNET-SAUVIGNON.

| 4. EFFICACITÉ RELATIVE AU SOUFRE. | $Ep = \frac{p}{pS}$ |
|---|---|
| S Soufre sublimé 99 p. 100 | 1,00 |
| 113 Bouillie sulfosodique | 1,00 |
| O Masse d'épuration du gaz | 0,85 |
| R Minerai enrichi à 30 p. 100 | 0,79 |
| Q Minerai enrichi à 20 p. 100 | 0,78 |
| 112 Bouillie sulfocalcique | 0,74 |
| 36B Soufre colloïdal sec | 0,59 |
| P Minerai de soufre natif 10 p. 100 | 0,53 |
| 44 Soufre mouillable (2) | |
| N Huile d'anthracène | 0,52 |
| T Témoin non traité | (1) |

| 5. COEFFICIENT D'UTILISATION $Up$ EN FONCTION DES QUANTITÉS $q$ DE SOUFRE À L'HECTARE. | $q$ | $Up = \frac{q}{qS \times Ep}$ |
|---|---|---|
| 44 Soufre mouillable (2) | 96 | 1,31 |
| S Soufre sublimé | 138 | 1,00 |
| R Minerai enrichi à 30 p. 100 | 97 | 0,88 |
| Q Minerai enrichi à 20 p. 100 | 70 | 0,64 |
| P Minerai natif à 10 p. 100 | 43 | 0,58 |
| O Masse d'épuration du gaz | 55 | 0,46 |
| 112 Bouillie sulfocalcique | 8 | 0,14 |
| 36 Soufre colloïdal sec | 6 | 0,07 |
| 113 Bouillie sulfosodique | 14 | 0,06 |

(1) En appliquant le même rapport on obtient 0,39.
(2) Sur Muscadelle, nous avons $Ep = 0,88$ et $Up = 0,56$, ce qui concorde avec la mauvaise suspension de ce soufre mouillable, et apparaît aussi dans le classement sur Malbec.

calcique et le soufre colloïdal sec serait légèrement supérieur au soufre natif à 10 p. 100. Le classement 5, fait en fonction des quantités de Soufre utilisées, montre que seul le soufre mouillable 44 a dépassé de 31/100es la quantité que nous aurions pu employer théoriquement d'après la récolte obtenue et l'efficacité du produit. Avec les autres produits, nous n'avons utilisé que des quantités inférieures à celles que nous accordaient théoriquement les poids de vendange obtenus.

Nous donnons dans le tableau VIII, les classements établis d'après les résultatc des essais effectués sur Malbec; nous y retrouvons les résultats déjà signalés comme aberrants (9 et 10) quant à la position relative des minerais enrichis à 20 p. 100 et 30 p. 100, et à la bouillie sulfocalcique; nous leur appliquons les réserves imposées par les différences d'attaque et nous pouvons en déduire que ces produits, bouillie sulfocalcique et minerai enrichi à 20 p. 100 sont intéressants dans le cas de faibles attaques, lorsqu'il n'y a pas d'infection dans les bourgeons. Dans l'ensemble, les classements obtenus sur Cabernet-Sauvignon sont confirmés; remarquons en particulier que la masse d'épuration du gaz 0 et l'huile d'anthracène N présentent chacun sur les deux cépages des gravités d'attaque Gn et des efficacités En très voisines.

Mais le tableau VIII est surtout intéressant par le classement des mouillants terpéniques et autres, employés à la dose de 300 grammes par hectolitre, soit seuls, soit en addition à la bouillie bordelaise à 2 p. 100. Nous y lisons d'abord, dans l'un et l'autre des classements, que l'efficacité de ces produits, employés seuls, est nulle et d'autre part que la bouillie bordelaise à 2 p. 100, additionnée de l'un d'entre eux, a donné des résultats comparables à ceux de la masse d'épuration du gaz, qui titre 18 p. 100 de soufre.

Pour les mouillants, nous ne pouvons établir un rapport avec le soufre utilisé, de sorte que nous ne pouvons calculer le coefficient d'utilisation. Nous voyons que les quantités de mouillant utilisées par hectare varient peu pour ces trois produits; nous considérons que l'un ou l'autre de ces mouillants peut être ajouté indifféremment à la bouillie bordelaise.

## VII. Conclusions.

Les essais réalisés cette année à la Grande Ferrade montrent qu'il est possible de lutter contre l'oïdium par l'utilisation de divers produits de teneur en soufre peu élevée. Les résultats sont les meilleurs lorsque ces produits sont appliqués sur des cépages, tels que les Malbec ou la Muscadelle, qui n'ont pas présenté d'infection grave par les bourgeons.

Le *Soufre sublimé* reste le produit le plus efficace, auquel nous devrons recourir dans tous les cas d'attaque grave, et qu'il faudrait même utiliser sur les « foyers » dès le départ de la végétation.

Les *minerais natifs enrichis* par addition de soufre pur ont présenté une efficacité croissant avec leur teneur en soufre, le minerait à 30 p. 100 a donné de bons résultats. La masse d'épuration du gaz d'éclairage s'est classée un peu mieux que le minerai de soufre enrichi à 20 p. 100, égalant parfois le minerai enrichi à 30 p. 100.

L'*huile d'anthracène N*, à 2 pour mille ne présente quelque intérêt que si l'on est dépourvu de tout autre produit; une augmentation de la dose demanderait un essai préalable en raison des brûlures possibles sur certains cépages.

Le *produit sulfosodique 113* s'est montré très efficace; rappelons qu'en France le foie de soufre a déjà été utilisé contre l'oïdium et qu'il est assez souvent conseillé en Suisse. La *bouillie sulfocalcique 112* peut être intéressante quand le soufre manque ou ne peut agir faute de chaleur.

## VIII. — CLASSEMENTS DES PRODUITS D'APRÈS LES NOTATIONS SUR MALBEC.

| 1. GRAVITÉ DE L'ATTAQUE $Gn$. 2. EFFICACITÉ RELATIVE AU SOUFRE $En$. | 1. $Gn = \frac{10n}{nT}$ | 2. $En = \frac{10 - n}{10 - nS}$ |
|---|---|---|
| S Soufre sublimé à 99 p. 100 | 1,40 | 1,00 |
| Q Minerai de S enrichi à 20 p. 100 | 1,50 | 0,93 |
| 113 Bouillie sulfosodique | 2,10 | 0,85 |
| 112 Bouillie sulfocalcique | 3,30 | 0,73 |
| R Minerai enrichi à 30 p. 100 | 4,70 | 0,03 |
| O Masse d'épuration du gaz | 6,00 | 0,45 |
| 36B Soufre colloïdal sec | 7,40 | 0,39 |
| 44 Soufre mouillable | 8,00 | 0,45 |
| T Témoin non traité | 9,40 | (1) |
| N Huile d'anthracène | 10,00 | 0,18 |
| Bouillie bordelaise 2 p. 100 + mouillant 39 (H) | 5,40 | 0,55 |
| Bouillie bordelaise 2 p. 100 + mouillant 41 (N) | 6,00 | 0,49 |
| Bouillie bordelaise 2 p. 100 + mouillant 47 (R) | 6,20 | 0,51 |
| 39 Mouillant à base d'alcool terpénique (H) | 9,40 | 0,29 |
| 41 Mouillant à base d'alcool terpénique (N) | 10,00 | 0,18 |
| 47 Mouillant à base de résine (R) | 10,00 | 0,03 |

(1) Le même calcul donne 0,14.

| 3. COEFFICIENT D'ACTIVITÉ $An$ EN FONCTION DES QUANTITÉS DE S À L'HECTARE. | $q$ | 3. $An = En \times \frac{qS}{q}$ |
|---|---|---|
| 113 Bouillie sulfososique | 14 | 14,10 |
| 112 Bouillie sulfocalcique | 8 | 7,00 |
| 36B Soufre colloïdal sec | 6 | 3,22 |
| Q Minerai enrichi à 20 p. 100 | 70 | 1,84 |
| O Masse d'épuration du gaz | 55 | 1,12 |
| S Soufre sublimé | 138 | 1,00 |
| R Minerai enrichi à 30 p. 100 | 97 | 0,90 |
| 44 Soufre mouillable | 96 | 0,64 |
| | Produit utile : | |
| | 8,50 | |
| | 9,90 | |
| | 8,50 | |
| | 10,00 | |
| | 11,00 | |
| | 8,50 | |

Nous renouvelons quant au *soufre colloïdal*, notre conclusion de l'an dernier; la dose de 170 grammes de soufre par hectolitre est insuffisante; il est indispensable de l'augmenter notablement, au-delà de 250 grammes certainement.

Les *mouillants à base d'alcools terpéniques*, en addition à la bouillie bordelaise à 2 p. 100 et même 1 p. 100 de sulfate de cuivre, donnent des résultats intéressants, que nous transposerons à la pratique viticole, en conseillant d'utiliser sur grappes la bouillie bordelaise additionnée de mouillant terpénique au lieu du permanganate de potasse qui n'offre d'intérêt que s'il est suivi d'un soufrage.

Tous les produits qui sont mis à la disposition des viticulteurs, à l'heure actuelle, n'ont pas la valeur du soufre; cependant, en choisissant les plus actifs [1], en combinant les traitements, en traitant au moment propice et avec soin, en particulier en couvrant spécialement la grappe, au besoin en écartant le feuillage, les viticulteurs pourront tirer le maximum d'efficacité des produits de remplacement du soufre et se rendre maîtres de l'invasion croissante d'oïdium.

[1] Nous n'avons pas tenu compte, dans ce mémoire, du prix des produits et, par suite, du prix de revient des traitements, les prix variant considérablement d'une année à l'autre ou ne nous ayant pas été indiqués. Nous ferons toutefois les remarques suivantes : un produit plus cher que les autres ne leur est pas toujours supérieur, mais, à égalité d'efficacité, un produit plus cher peut être quelquefois plus économique si son emploi entraîne un nombre moindre de traitement, ou nécessite une quantité plus faible de produit.

## PUBLICATIONS.


Barraud (M^lle M.). — Le Mildiou de la Vigne. Rapport sur les travaux effectués et les résultats obtenus en 1943. (*Annales des Epiphyties,* 1944.)

Bertin (M.). — Action fongicide des alcools terpéniques sulfonés. (*C. R. des séances de l'Académie d'Agriculture,* p. 735-738, séance du 29 juin 1938.)

Branas (Prof. J.). — Nouvelles recherches sur les soufres. (*Bull. de l'Office International du vin,* mars-avril 1943.)

Desrue (A.). — L'emploi des alcools terpéniques sulfonés en phytopathologie. (*Revue de Viticulture,* t. LXXVIII, n° 2053, p. 320-322, 2 nov. 1933.)

Faes. — Résultats obtenus en 1942 par l'application des produits anticryptogamiques à base de cuivre et autres. (*La Terre vaudoise,* 9 janvier 1943 et *Bull. de l'Office international du Vin,* n° 156, p. 119, mars-avril 1943.)

Flanzy (M.), Raymond (M.) et Bouscary (A.). — Défense du vignoble contre l'Oïdium, essais de 1943. (*Journée vinicole,* 18^e année, n° 5174, 17 juin 1944.)

Francot (P.) et Mauro (J.). — Observations viti-vinicoles effectuées en 1943. (*Progrès agricole et viticole,* t. CIXX, p. 235 et 255, 1943.)

Gaudineau (M^lle M.) et De Seze (R.). — Essais de lutte contre le Mildiou et l'Oïdium de la Vigne en 1943. (*Annales des Epiphyties,* 1944, (sous presse.)

Hadorn (Ch.). — Essais comparatifs effectuées en 1942, en vue de la recherche de possibilités d'épargne du cuivre en viticulture. Établissement fédéral de Wadenswill. (*Bull. de l'Office international du Vin,* 16^e année, p. 43, mai-juin 1943.)

Hadorn (Ch.). — Comparaison de l'efficacité de diverses bouillies contre le Mildiou, Suisse. (*Bull. de l'Office intern. du Vin,* n° 158, p. 76-84, juillet-août 1943.)

Lafon (Jean). — Compte-rendu des essais de produits anticryptogamiques en 1943. (*Bull. de l'Office international du Vin,* n° 162, mars-avril 1944.)

Lafon (René). — Comment combattre l'Oïdium sans soufre ni permanganate?. (*C. R. des séances de l'Ac. d'Agriculture,* t. 30, 3 mai 1944.)

Mauro (J.). — Les périthèces de l'Oïdium en Champagne. (*Progrès agricole et viticole,* t. CXX, p. 233, 5-12 déc. 1943.)

Moreau (M.). — Traitement de l'Oïdium. (*Bulletins de la Station viticole Moët et Chandon,* à Épernay, 1937 à 1941.)

Moreau (M.). — Au sujet du Mildiou. Compte rendu de la Station de Recherches viticoles à Épernay. (*Bull. de l'Office international du Vin,* n° 155, p. 116, janv.-févr. 1943.)

Moreau, Vinet et Simon. — L'Oïdium en 1942, au vignoble expérimental de Belle-Beille. (*Annales des Epiphyties,* t. IX, fasc. 2, p. 131-133, 1943.)

# BIBLIOGRAPHIE.

## ZOOLOGIE AGRICOLE.

Ahlberg (O.). — **La Cécidomyie des chrysanthèmes et les moyens de la combattre.** (Krysanthemumgallmyggam, *Diarthronomyia chrysanthemi* Ahlb. och dess bekämpning.) *Stat. Växtskydd.*, n° 38, 32 p., 1942 ; en suédois, résumé allemand.

Les larves du Diptère *Diarthronomyia chrysanthemi*, autrefois rattaché au genre *Cecidomyia*, produisent des galles sur les feuilles et les inflorescences des crysanthèmes. Les œufs peuvent être détruits par des pulvérisations nicotinées contenant au moins 100 gr. de nicotine et 500 à 750 gr. de savon par hl. Ce traitement doit être appliqué tous les quatre jours pendant 2 mois.

Quand les galles sont formées, on peut traiter les plantes par l'acide cyanhydrique, à raison de 40 gr. de CNH par mètre cube ; les fumigations seront renouvelées toutes les nuits pendant 5 à 6 semaines. On se débarrasse des galles tombées au sol avec les débris de plantes, en les enterrant profondément, en chauffant la terre des serres à la vapeur d'eau surchauffée, ou en y faisant d'autres cultures pendant plusieurs semaines.

M. Rau.

Barnes (H. F.) et Weil (J. W.). — **Les appâts contre les limaces, comportant des mélanges de métaldéhyde et de diverses substances.** (Baiting slugs using metaldehyde mixed with various substances:) *Ann. appl. biol.*, 29, 56-58, 1942.

Les appâts à base de métaldéhyde constituent les seuls produits vraiment spécifiques contre les mollusques des jardins, limaces et escargots. On admet que le métaldéhyde attire ces invertébrés, puis les détruits, mais les études scientifiques sur cette question sont rares.

Les AA. publient les premiers résultats d'importantes recherches entreprises en Angleterre au cours de la guerre. Ils envisagent surtout, dans ce mémoire, l'action des différentes substances ajoutées au métaldéhyde ; 44 produits ont été ainsi étudiés, en comparaison avec le son, qui constitue le diluant classique du métaldéhyde, mais auquel les conditions de guerre ont fait rechercher des succédanés. Un fait qui se dégage nettement de ces travaux, c'est que le métaldéhyde est doué par lui-même d'un pouvoir attractif très faible sur les limaces. Celles-ci sont attirées par les substances annexes, qui ne sont donc pas de simples diluants. Les appâts contenant des matières alimentaires sont beaucoup plus efficaces que ceux qui ne contiennent que des charges inertes. En moyenne, si on désigne par 100 le nombre de limaces capturées par un appât contenant du son, les captures correspondant aux autres substances annexes s'établissent ainsi, toutes choses égales d'ailleurs : aliments des animaux (tourteaux, recoupe), 127; ali-

ments de l'homme (farine, miettes de pain), 109 ; sous-produits alimentaires (pulpes de betterave, etc.), 74 ; marcs de café et de thé, 71 ; produits végétaux de la ferme (feuilles de légumes hachées, coupes de pelouse, grains de céréales entiers), 46 ; sous-produits non alimentaires (sciure), 40 ; matières inertes (terre, sable, fleur de soufre) ou métaldéhyde seul, 22.

Même dans les conditions de la guerre, il y a intérêt à sacrifier une petite quantité de matières alimentaires pour la préparation d'appâts au métaldéhyde, afin de préserver des récoltes importantes. La population des limaces est rapidement réduite par l'emploi de ces appâts. Ainsi, dans un terrain d'essai, le nombre de limaces détruites en vingt-quatre heures est tombé de 2.500 le premier jour à 150 le septième jour. Quand la destruction a atteint ce degré, on peut se contenter d'employer des appâts contenant des substances non alimentaires.

Dans ces essais, les espèces capturées étaient, pour 85 p. 100, *Agriolimax agrestis*, et, pour 13 p. 100, *Arion subfuscus*. En été, les captures les plus nombreuses ont lieu entre 19 h. 30 et 21 h. 30 ; au printemps, après minuit. Les facteurs de l'efficacité des appâts sont : leur durée d'action, limitée par les fermentations, leur pouvoir attractif, leur pouvoir toxique. La pluie favorise les captures de limaces. Le mode d'action du métaldéhyde n'est pas entièrement précisé ; mais on a constaté qu'il empêche les limaces de descendre en terre et qu'il entrave leur progression. Les principaux points restant à étudier sont : la proportion de mortalité parmi les limaces visitant les appâts, le degré de destruction des populations de limaces, la concentration en métaldéhyde la plus économique à utiliser. M. Rau.

Bovien (P.) et Stapel (Chr.). — **La Cécidomyie des poirettes, biologie et moyens de lutte.** (Paeregalmyggens biologi og bekaempelse). *Tiddsk. for planteavl*, 47, 500-619, 1943 ; en dano-norvégien, résumé anglais.

Des recherches biologiques et chimiothérapiques ont été poursuivies de 1932 à 1942 sur la Cécidomyie des poirettes, *Contarinia pyrivora* Riley. L'insecte pond dans les boutons floraux, lorsque les sépales sont suffisamment séparés pour laisser voir les pétales.

Le meilleur traitement comprend deux ou trois pulvérisations nicotinées pendant la période d'éclosion. Pour connaître les dates les plus favorables, il est nécessaire de surveiller les éclosions dans des cages d'élevage. La nuit, et en période froide, les mouches stationnent en grand nombre à la surface du sol et sur le tronc des arbres ; il faut donc traiter l'arbre tout entier. Le traitement du sol par les huiles de goudron est également efficace. Il doit avoir lieu peu de temps avant la sortie des mouches au printemps, ou en été, lorsque les larves entrent en terre. On utilisera des émulsions à 5 p. 100, à raison de 2 à 3 litres par mètre carré. L'épandage de cyanamide sur le sol est souvent recommandé : c'est un traitement actif, mais les doses aussi efficaces que les huiles de goudron causent de graves dégâts aux arbres. M. Rau.

Cotton (R. T.) et Wagner (G. B.). — **Lutte contre les insectes des grains dans les « élévateurs ».** (Control of insects posts of grain in elevator storage.) *Farmers bull. U. S. Dep. Agr.*, n° 1880, 22 p., 1941 ; in : *Rev. appl. entom.*, 30, p. 310, 1942.

Les insectes les plus dangereux pour les stocks de blé conservés aux États-Unis dans les grand silos appelés « élévateurs » sont *Calandra granaria*, *C. oryzæ* et *Rhizoperta dominica*. Les appareils de nettoyage des grains éliminent, avant l'ensilage, la plus grande partie des insectes et des grains attaqués. Il subsiste cependant des insectes vivants, qui deviennent inactifs aux températures inférieures à 8°. Les moyens physiques permettant de lutter contre ces ravageurs, sont : la dessication des grains, qui diminue beaucoup les attaques, et le chauffage pendant 10 minutes à 48°, température mortelle pour les insectes. Mais les principaux moyens de lutte utilisables dans la pratique sont d'ordre chimique ; cinq traitements sont indiqués : 1. *Chloropicrine*, sans action sur la germination des grains ayant moins de 12 p. 100 d'humidité. — 2. *Cyanure de calcium* granulé, contenant 25 p. 100 de CNH. On l'utilise à raison de 12 à 25 gr.

par hl. de grains, la dose forte étant réservée aux zones inférieures et supérieures des silos. Ce produit n'exerce aucune action défavorable sur la germination et la panification du blé. Il ne peut causer de dégâts qu'au maïs blanc et au riz décortiqué. Avec ces deux gaz, les grains doivent être laissés en place pendant deux à trois jours après la fumigation. — 3. Mélange de trois volumes de *bichlorure d'éthylène* et d'un volume de tétrachlorure de carbone, employé à raison de 40 cm³ par hl. — 4. Mélange d'une partie de *sulfure de carbone* et de quatre parties de *tétrachlorure*, à la dose de 20 cm³ par hl. On peut ajouter un peu de gaz sulfureux à ces deux mélanges, qui sont sans action sur la germination. Après ces fumigations, le grain doit aussi rester trois jours sans être déplacé. — 5. Mélange d'*oxyde d'éthylène* liquide et de *gaz carbonique*, dans la porportion de 1 à 10. Cette fumigation est particulièrement efficace.

Aucun de ces traitements ne laisse subsister d'odeur. Les poudres non toxiques (poudres desséchantes) ne sont pas assez actives. Quand il s'agit de désinfecter des silos incomplètement remplis, choisir de préférence des gaz lourds : chloropicrine, bichlorure d'éthylène, mélange de sulfure et de tétrachlorure de carbone. Les silos vides seront traités au cyanure de calcium à la dose de 35 gr. par mètre cube pendant vingt-quatre à trente-six heures. Les entrepôts étanches aux gaz peuvent être fumigués au bromure de méthyle.

M. Rau.

Ferriere (Ch.), Defago (G.) et Roos (K.). — **Lutte contre le Doryphore de 1923 à 1943.** (Édition de la Verbandsdruckerei), S. A., Berne, 1944, 148 pages.

L'extension prise par la culture de la Pomme de terre en Suisse, qui occupe actuellement une surface de 83.000 ha. en 1943 alors qu'elle n'en couvrait que 46.000 ha. en 1934, justifie l'importance des mesures antidoryphoriques prises par le Gouvernement fédéral dès 1923 et surtout dans ces dernières années.

L'invasion de la Suisse a débuté en 1937 par des essaimages printaniers d'adultes poussés par le vent. Le 29 juin et le 10 juillet 1939, on vit des milliers d'insectes tomber dans les régions de Vallorbe, Saint-Cergue et dans la vallée de Joux ; en 1941, par des vents d'orage de fin juin, nouvelle invasion tout le long du Jura et jusque sur des pâturages encore recouverts de neige (Mollendruz, 1.500 m.).

Au printemps de 1941, la sortie de terre du premier adulte a eu lieu le 25 avril à Sonceboz (Jura bernois), mais les pluies froides de mai retardèrent les sorties importantes jusqu'à la mi-juin.

Le maximum des pontes se produit mi-juin. Dans certaines vallées élevées du Jura (vallée de Joux), la température basse provoque presque chaque année un avortement partiel ou complet des pontes.

Il y aurait au moins le début d'une deuxième génération à partir de la mi-juillet. Celle-ci ne s'est pas produite au cours de l'été froid de 1940.

L'enfouissement pour l'hibernation commence dès la seconde quinzaine d'août, mais des foyers d'insectes adultes étaient encore découverts le 23 octobre 1941 à Courcelon et le 15 octobre 1942 à Mervelier (Jura bernois).

Les essais entrepris par les A. concernant le comportement des larves sur les diverses variétés de tomates confirment ceux de Kozlovsky (1936), Feytaud (1937), Schaper (1940) ; les variétés « Lausannoise » et « Merveille des Marchés » ont été délaissées, tandis que les variétés « Roosevelt » et « X » étaient bien attaquées, mais sans permettre le développement complet des larves.

Sur les vingt-six variétés de Pommes de terre de l'assortiment suisse, les trois variétés précoces « Eersterlingen », « Frühbote », « Couronne Impériale » et les deux mi-tardives « Centifolia » et « Industrie », ont été indemnes d'attaque.

Les A. rappellent les essais d'acclimatation de parasites et prédateurs américains du Doryphore par les Services français des Recherches agronomiques et passent en revue les divers procédés de lutte chimique parmi lesquels un produit suisse de synthèse mis en essai dès 1941, employé à la dose de 1 p. 100 en poudrage ou en pulvérisation, s'est montré capable de remplacer les arséniates.

En conclusion, grâce aux mesures prises, le Doryphore n'a causé aucun dommage important aux cultures de Pomme de terre en Suisse.

P. G.

FITZGERALD (J. S.), RATCLIFFE (F. N.) et GAY (F. J.). — **Essais de fumigation du blé en silo par le bromure de méthyle et le « Cyanogas G ».** (Trial fumigation of bulk weath with methyl bromide and « Cyanogas G ».) *J. conc. sci. ind. Res. Austr.*, 14, 97-110, 1941 ; in : *Rev. appl. entom.*, 30, p. 217, 1942.

Essais de fumigations effectués en Australie dans des silos de blé non aménagés à cet effet. Les insectes considérés étaient, en premier lieu, *Rhizopertha dominica*, puis des *Tribolium* et *Oryzæphilus surinamensis*. Le grain était contenu dans des cylindres de 20 m. de haut et de 10 m. de diamètre.

Les produits qui ont paru le plus satisfaisants sont le bromure de méthyle et un cyanure de calcium présenté sous forme de granulé fin. Les silos étant fermés par un couvercle presque imperméable à l'air, le bromure de méthyle, à la dose de 30 gr. par mètre cube pendant cent heures, donne des résultats insuffisants, à cause de la mauvaise répartition du gaz qui s'accumule dans les parties basses. Les insectes sont détruits dans les points où le gaz est le plus concentré. Le cyanure de calcium, à la dose de 140 gr. par mètre cube, donne de très bons résultats, que le silo soit fermé ou non. On introduit le granulé en même temps que le grain et on laisse les choses en état pendant plus de dix jours. M. RAU.

HAMILTON (C. C.). — **Toxicité du bromure de méthyle envers le Tetranyque commun et les rosiers cultivés en serre.** (Toxicity of methyl bromide to the commun red spider and to grennhouse roses.) *J. econ. entom.*, 34, 232-237, 1941 ; in : *Rev. appl. entom.*, 30, p. 124, 1942.

Étude des fumigations au bromure de méthyle contre *Tetranychus telarius* sur rosier. Connaissant la concentration minima qui assure une mortalité complète des Acariens, pour une température et une durée d'exposition déterminées, on peut en déduire les concentrations léthales pour toutes les températures et toutes les durées d'exposition. Il existe, en effet, des relations définies entre ces trois grandeurs, mais des éléments font défaut pour donner une expression mathématique à ces résultats.

Les mêmes relations existent entre la température, la durée d'action et la concentration en bromure de méthyle toxique pour les rosiers. A 10°, les concentrations tolérées par le rosier sont nettement inférieure à celles qui tuent le Tetranyque. Mais la différence s'atténue quand la température augmente. A 18°, les concentrations léthales pour l'Acarien sont sensiblement égales aux doses tolérées par la plante. Elles sont de 4 gr. par mètre cube pour une durée de huit heures et de 16 gr. par mètre cube pour une durée de deux heures. M. RAU.

HERVEY (G. E. R.). — **Date des traitements contre les chenilles du chou.** (Timing cabbage worm treatments.) *J. econ. entom.*, 34, 572-575, 1941 ; in : *Rev. appl. entom.*, 30, p. 262, 1942.

On combat efficacement les chenilles de deux ravageurs du chou, *Pieris rapæ* qui attaque les jeunes plantes, et *Plusia* (*Autographa*) *brassicæ* qui attaque les choux bien formés, par des pulvérisations comportant 1 kg. d'arséniate de plomb et 40 gr. d'adhésif par hl. Les applications doivent se faire en juillet et août, période de nocivité maxima des insectes. Les choux plantés tardivement demandent moins de traitements. Pour éviter les risques d'empoisonnement, il est nécessaire d'éliminer les feuilles extérieures des choux au moment de la récolte. M. RAU.

ISELY (D.). — **Lutte contre le Téthranyque commun sur cotonnier.** (Control of the common red spider on cotton.) (*J. econ. entom.*, 34, 323-324, 1941 ; in : *Rev. appl. entom.*, 30, p. 133, 1942.

*Tetranychus telarius*, qui attaque le cotonnier, est sensible aux soufrages et aux poudrages par le mélange de 95 parties de soufre et de 5 parties d'une poudre au dinitrocyclohexylphénol. Cette poudre est elle-même constituée par une farine de coques de noix absorbant 1 p. 100 du phénol. Ce second traitement est beaucoup plus actif que le soufrage. Il ne cause aucun dégât au feuillage. M. RAU.

JOUIS (E.). — **Sur la désinfection des sols des jardins familiaux.** *C. R. Acad. Agr.*, 29, 378-381, 1943.

Trois antiseptiques ont été essayés contre les Anguillules et différentes larves de Coléoptères : le chlorure de chaux, à raison de 10 à 20 gr. par mètre carré, le formol, le carbure de calcium. Ces deux dernières substances ne sont pas nocives pour la végétation à la dose de 200 gr. par mètre carré. M. RAU.

NOLTE (M. C. A.). — **Expériences de 1938-1939 sur la lutte contre les Criquets par le dinitroorthocrésol et d'autres insecticides.** (Dinitro-orthocrésol and other insecticides as locust poisons : experiments of 1938-1939.) *Sci. Bull. Dep. Agr. S. Afr.*, n° 232, 55 p., 1941 ; in : *Rev. appl. entom.*, 30, p. 282, 1942.

Travail effectué en Afrique du Sud. Les Criquets considérés sont : *Locustana pardalina* et *Nomadacris septemfasciata*. Le produit qui s'est montré le plus actif est une poudre contenant 5 p. 100 de fluosilicate de sodium. Le fluosilicate de baryum et le fluorure de sodium viennent ensuite et sont au moins aussi actifs que l'arséniate de sodium en poudre à 3 p. 100. La cryolithe, le derris, la phénothiazine et le phosphure de zinc sont sans action sur ces insectes.

En essais de laboratoire, le dinitro 4.6.orthocrésol a donné des résultats encourageants. C'est cette substance qui se montre la plus active parmi les nitrophénols du commerce. Le dinitro 2.6. paracrésol est totalement inactif. En poudrage, on recommande la formule suivante, appliquée à raison de 30 kg. à l'ha. : 8 p. 100 de dinitroorthocrésol, 35 p. 100 de sulfate de soude cristallisé, 45 p. 100 de talc, 8 p. 100 d'eau. En traitement liquide, de bons résultats ont été obtenus avec une solution à 0,5 p. 100 de dinitroorthocrésylate de potasse, et avec une suspension de derris contenant 90 gr. de roténone par hl.

Les dangers d'empoisonnement aigü pour les animaux à sang chaud sont trente fois moindres avec le nitrocrésol qu'avec l'arsénite de sodium. Les intoxications chroniques sont encore beaucoup moins à craindre. M. RAU.

PRATT (B. G.). — **Traitements du Carpocapse par l'arséniate de plomb et par des produits à base de pyrèthre et de roténone.** (Control of codling moth with arsenate of lead and certain formes of rotenone and pyrethrum). *J. écon. entom.*, 34, 424-426, 1941 ; in : *Rev. appl. entom.*, 30, p. 190, 1942.

Un produit commercial contenant un extrait de pyrèthre et de la roténone, en présence d'huile minérale, donne de bons résultats dans les traitements des arbres contre la première génération du Carpocapse et contre *Popillia japonica*. Lorsqu'on l'additionne d'arséniate de plomb, les particules arsenicales sont imprégnées de roténone et de pyréthrines, ce qui augmente leur toxicité de contact. La paralysie des insectes se produit rapidement.

Le produit est compatible avec les liquides légèrement alcalins comme la bouillie sulfocalcique, mais pas avec le lait de chaux ni la bouillie bordelaise alcaline. La présence d'huile augmente l'activité des insecticides végétaux. M. RAU.

PYENSON (L.) et ROTH (R. W.). — **Concentration des bouillies au derris actives contre *Pieris rapæ*.** (Concentrations of derris sprays effective on the imported cabbage worm.) *J. econ. entom.*, 34, 473-474, 1941 ; in : *Rev. appl. entom.*, 30, p. 197, 1942.

Contre les chenilles de *Pieris rapæ*, on traite efficacement en pulvérisant des liquides qui contiennent, par hl., 100 gr. de poudre de derris à 4 p. 100 de roténone. L'addition de mouillants n'augmente pas l'efficacité de ces bouillies. M. RAU.

RIEDL (W. A.). — **Lutte par soufrage contre le « psyllid yellow » de la pomme de terre.** (Sulphur dustinf for the control of psyllid yellows of potatoes.) *Bull. Wyoming Agr. Exp. St.*, n° 245, 15 p., 1941 ; in : *Rev. appl. entom.*, 30, p. 400, 1942.

La maladie à virus des pommes de terre, appelée « psyllid yellows », a pour vecteur l'insecte *Paratrioza cockerelli*. On peut la combattre en luttant contre l'insecte par des traitements à base de soufre : soufrage au soufre très fin (tamis 325) à raison de 70 kg. par ha. ; pulvérisations de soufre mouillable à 1 kg. par hl., et 8 hl. par ha. ; pulvérisation de lessive sulfocalcique à 3 p. 100, 8 hl. par ha. Le soufre libre est plus actif contre les insectes parfaits et les œufs, la lessive sulfocalcique contre les nymphes.

Tous ces traitements assurent des augmentations de rendement significatives, relativement aux parcelles de pommes de terre non traitées. Le soufre mouillable semble quelque peu inférieur aux autres procédés. En plein champ, le soufrage est supérieur aux autres traitements, mais pas de façon significative. M. RAU.

SMITH (G. L.), SCALES (A. L.) et GAINES (R. C.). — **Nouvelles études de divers insecticides contre trois ravageurs du cotonnier.** (Further studies of various insecticides against three cotton insects.) *J. écon. entom.*, 34, 310-313, 1941; in: *Rev. appl. entom.*, 30, p. 131, 1942.

Des essais insecticides ont été faits en Louisiane, dans les conditions du laboratoire, sur les insectes *Anthonomus grandis*, *Alabama argilacea* et *Lygus oblineatus*, qui attaquent le cotonnier. Pour l'arséniate de chaux, employé en poudrage, une corrélation positive est observée entre la grosseur des particules, la teneur en arsenic soluble et la toxicité envers l'Anthonome. A l'égard des deux premiers insectes, l'arséniate de chaux est toujours plus toxique que la cryolithe. L'arséniate bicalcique pur est plus toxique que les arséniates de chaux du commerce. L'addition d'un mouillant aux insecticides est sans action sur les mortalités. Le carbonate de calcium et le soufre constituent de meilleures charges que la chaux pour l'arséniate de chaux. Contre *Lygus oblineatus*, les poudres de derris et de pyrèthre sont équivalentes et sont supérieures au mélange de soufre et d'arséniate de chaux.

WATKINS (T. C.). — **Toxicité de la bouillie bordelaise, du pyrèthre et du derris envers la Capside de la pomme de terre.** (Toxicities of Bordeaux mixture, pyrethrum and derris to potato leafhoppers.) *J. econ. entom.*, 34, 562-565, 1941 ; in : *Rev. appl. entom.*, 30, 261, 1942.

Au laboratoire, la bouillie bordelaise n'est pas toxique pour *Empoasca fabæ*, même aux concentrations deux et quatre fois plus fortes que celles qu'on utilise en plein champ. Au contraire, des suspensions de pyrèthre contenant 0,5 g. de pyréthrines par Hl. donnent plus de 90 p. 100 de mortalité ; cette concentration est le huitième de celle qu'on emploie dans la pratique. Les suspensions de poudre de derris sont également toxiques. M. RAU.

---

## PATHOLOGIE VÉGÉTALE.

BOYER (L.) et FRANCOT (P.). — **Vignes gelées et chlorose.** (*Progrès Agricole et Viticole*, p. 133-136, n° 44-45, 1944.)

Les parties basses du vignoble champenois ont beaucoup souffert de gelées tardives au mois de mai 1944. A la suite de cet accident climatique dont les conséquences furent graves pour le végétation déjà fort avancée et la récolte, on a pu observer dès le 10 juin, après les orages des 30 et 31 mai, un début de chlorose de la nouvelle végétation. L'année ayant été particulièrement sèche et les porte-greffes étant très résistants

à cet accident physiologique, il ne pouvait s'agir ici de la chlorose ordinaire, mais plutôt d'une « chlorose accidentelle de gelée ». Cette dernière s'expliquerait selon l'hypothèse formulée par les Auteurs, par un déséquilibre alimentaire lié au rapport : $\frac{CO^3Ca \text{ absorbé}}{\text{Matières de réserves}}$. En effet, le potentiel des matières de réserves s'est trouvé très affaibli par la destruction d'une végétation bien développée, tandis qu'au contraire l'absorption du carbonate de calcium en solution par les racines s'est accrue après les orages de fin mai. Le rapport $\frac{CO^3Ca \text{ absorbé}}{\text{Matières de réserves}}$ ou indice chlorosant a augmenté, dépassant la limite qui provoque la chlorose. Cette hypothèse mérite des recherches analytiques, le phénomène pouvant très bien se reproduire, lors du retour de semblables gelées tardives. H. A. DE M.

BOYER (M.). — **L'Oïdium et les moyens de lutte actuels.** *Bull. Off. Intern. du Vin*, mai-juin 1943, n° 157, p. 28.

Après avoir fait l'historique de l'oïdium en France, rappelé les caractères et les dégâts de la maladie, ses causes et son évolution, conditionnée par trois facteurs essentiels : température, humidité et lumière, l'auteur passe en revue les moyens de lutte. Les traitements d'hiver préconisés à plusieurs reprises avec le sulfate de fer, le permanganate, la bouillie sulfocalcique concentrée, ne peuvent, en aucun cas, dispenser des traitements d'été, leur action étant nulle. Les traitements en cours de végétation peuvent seuls donner des résultats et en utilisant le soufre ; le permanganate ne peut pas remplacer le soufre, son emploi est utile comme traitement curatif complémentaire quand le mauvais temps rend les soufrages difficiles. L'emploi des bouillies sulfocalciques et les polysulfures alcalins n'est pas à recommander.

L'Auteur passe en revue les diverses formes de soufre utilisable et insiste sur la technique de lutte actuelle qui doit s'appuyer d'une part sur la défense préventive, basée elle-même sur les mesures culturales préventives, jugées trop souvent négligeables par les vignerons, et les trois traitements préventifs indispensables à la conservation du vignoble, d'autre part sur l'utilisation des formules réalisant la meilleure économie des quantités de soufre disponibles ; traitements à sec de préférence avec les soufres chargés, la quantité limitée de soufre pur du mélange devant rester voisine de 40 p. 100 et ne pas descendre au-dessous de 30 p. 100 pour que le produit conserve une efficacité suffisante ; les traitements par pulvérisation et les traitements mixtes sont ensuite étudiés en retenant que les pulvérisations doivent être appliquées surtout comme traitement de début, le permanganate serait réservé aux foyers virulents où il permet d'enrayer le mal plus facilement qu'avec le soufre. M. BAR.

BRANAS (J.). — **Rapport présenté au Comité régional de la Production agricole (Région de Montpellier)**, *Prog. Agr. et Vitic.*, t. 119, n° 6-7, p. 49, 1943.

Dans les conditions actuelles, la lutte contre l'Oïdium pourrait raisonnablement faire appel aux ingrédients suivants :

1° Soufres mouillables pour le premier ou les deux premiers traitements ;

2° Soufres chargés à l'exploitation même à 50 p. 100, soufres noirs et soufres natifs enrichis pour les traitements ultérieurs ;

3° Soufres purs, lorsque cela est possible et imposé par l'intensité de la maladie ou la sensibilité du cépage.

Le permanganate de potassium utilisé en solution à 0,125 p. 100 ne donne pas une protection suffisante.

Le foie de soufre et les bouillies sulfocalciques ont une action encore plus faible et très insuffisante.

Le métabisulfite de potassium à la dose de 0,5 p. 100 peut avoir une efficacité qui reste à démontrer, jusqu'ici action nulle ou très faible. M. BAR.

BRANAS (J.). — **La tache d'huile de l'Oïdium.** *Prog. Agr. et Vitic.*, t. 119, n° 26, p. 209.

Tache d'huile sur la face supérieure de la feuille, constatée en 1943, dès la fin de mai ; vient de ce que la tache est limitée à la face inférieure de la feuille et qu'elle croît lentement. Provient de l'épuisement des cellules voisines de la plage envahie par les crampons jouant certainement le rôle de suçoirs.

L'Oïdium exercerait donc une action en profondeur au delà de la cuticule et des cellules épidermiques. M. BAR.

BRANAS (J.). — ***Le Black-Rot.*** *Prog. Agr. et Vitic.*, t. 119, n° 1, p. 4, 1943.

Découvert en 1885 dans l'Hérault à Ganges, maladie cryptogamique d'origine américaine ; a paru susceptible de provoquer des dégâts considérables, mais sa virulence s'est vite atténuée sans doute parce que le Midi de la France n'était pas favorable à son évolution, que les traitements cupriques ont entravé le développement de ce champignon qui se montre cependant un peu plus résistant au cuivre que le mildiou. Les conditions de dissémination des spores très lourdes font que la maladie s'étend lentement et que le développement s'effectue par son aggravation dans des foyers plus ou moins localisés. Lutte relativement facile si l'on peut faire des traitements précoces au cuivre. La maladie a pris un développement inquiétant dans le Gers, par manque de cuivre. Il y aurait intérêt à prévoir des distributions de cuivre dans les régions contaminées. M. BAR.

BRANAS (J.). — **La lutte contre les maladies cryptogamiques.** *Prog. Agr. et Vitic.*, t. 120, n° 47-48, p. 213, 1943.

L'Auteur, au seuil de l'année 1944, fait une mise au point de la question des anticryptogamiques et de l'état de la recherche des succédanés du cuivre. L'espoir de trouver un composé cuprique plus actif que les composés ordinairement utilisés paraît fallacieux et il ne partage pas l'optimisme de M. RAUCOURT en ce qui concerne la possibilité de trouver un anticryptogamique efficace contre le Mildiou, parmi les produits organiques.

Chez les produits organiques, la toxicité doit se manifester par un mécanisme différent de celui constaté chez les électrolytes. Le cuivre garde intactes ses propriétés anticryptogamiques, qu'il soit soluble chez le sulfate, peu soluble chez l'hydrate solubilisé dans l'eau des pluies. Ces trois phases sont irréalisables avec les composés toxiques qui ne forment pas des électrolytes comme la majorité des corps organiques. Un non électrolyte peut être soluble ou peu soluble ; dans ce dernier cas, il ne brûlerait pas, et pour être actif après dissolution dans l'eau des pluies, il suffirait qu'il fût stable, s'il est soluble il faut chercher à l'insolubiliser au moment de l'emploi pour qu'il ne brûle pas, mais la *combinaison* n'aura pas forcément la même toxicité que le produit initial. En solution le produit brûlera. En ce qui concerne l'Oïdium, c'est peut-être dans les produits non soufrés en poudre qu'il faudrait chercher la solution du problème de la lutte contre la maladie et l'absence de soufre : produit solide, stable, sublimable et point trop odorant. M. BAR.

N. FABRITIUS BUCHWALD. — **Attaque des noisettes par le *Monilinia* (*Sclerotinia*) *frutigena*** [Aderh et Ruhl] Honey. (Paa visning of *Monilina* (*Sclerotinia*) *fructigena* [Aderh et Ruhl] Honey paa Hasselnd (*Corylus avellana*) [Tidsskrif for Planteavl] 47 Binds 3 Haeft, 1943, p. 521-536. Résumé anglais.)

On sait depuis longtemps que les noisettes peuvent être attaquées par une espèce de *Monilia*, mais on ignore si celle-ci est autonome ou si elle est simplement une de celles qui ont déjà été décrites sur d'autres plantes.

La première attaque de *Monilia* sur noisette a été signalée par SORAUER (1900) qui n'est pas arrivé à une conclusion décisive au sujet de la place taxonomique de l'espèce incriminée. Par la suite les pathologistes qui ont mentionné des attaques de *Monilia* sur noisettes ont fourni des indications contradictoires, certains faisant de cette espèce le *Sclerotinia Coryli* Schellenb., d'autres l'assimilant au *Sclerotinia laxa*, Aderh et Ruhl

(= *S. cinerea*), d'autres encore le rapportant à l'espèce *Sclerotinia fructigena*, Aderh et Ruhl.

Les travaux danois (Miss G. Johansen dans *Tidss kr. f. Planteavl*, 42-22g-3a, 1937) indiquent que le *Monilia* des noisettes est *Monilinia* (*Sclerotina*) *fructigena*.

En présence de conceptions aussi divergentes, l'auteur a tenté de serrer de plus près la question et a réalisé une série d'essais d'isolements et d'inoculations. En même temps les conidies étaient mesurées.

1. *Inoculations expérimentales.* — Des prunes (var. *Victoria*) et des noisettes étaient inoculées partie avec le *Monilia* des noisettes, partie avec le *Monilinia fructigena* (isolé de prunes). Une partie des prunes et des noisettes étaient inoculées sur l'arbre, les autres, après la cueillette. Les symptômes étaient les mêmes avec les deux *Molinia*.

2. *Isolements.* — Le mycelium et les spores du *Monilia* isolé à partir des noisettes présentent, en culture, les mêmes caractères que ceux du *Monilinia fructigena*.

3. *Mesure des conidies.* — Il n'y a aucune différence dans les dimensions des conidies du *Monilia* de la noisette du *Monilinia fructigena* isolé de prunes. Pour ces deux espèces le rapport de la longueur moyenne à la largeur moyenne des conidies s'est révélé égal à $\frac{2}{1}$ tandis que ce même rapport est égal à $\frac{3}{2}$ chez *Monilia laxa*.

L'auteur conclut à l'identité du *Monilia* des noisettes et du *Monilinia* (*Sclerotinia*) *fructigena* (Ader. et Ruhl) Honey. A la liste des hôtes de cette espèce qui, jusqu'à présent, ne comportait que des Pommacées et des Amygdalées il faut ajouter le *Corylus avellana*. P. L.

J. Bustarret. — **La dégénérescence de la Pomme de terre, ses causes, son importance agronomique. Essai de mise au point.** *Ann. agron.*, 1943, 13e année, n° 1, p. 18-27.

Cette étude est une mise au point de nos connaissances sur la dégénérescence de la Pomme de terre.

L'auteur part de la constatation empirique de la dégénérescence. Il expose ensuite, de façon sommaire, les résultats des travaux récents quant à la cause de cette dernière. Il n'y a pas une affection unique, mais plusieurs maladies provoquées par des virus. Ceux-ci se perpétuent d'une génération à l'autre par les tubercules. La plupart sont transmissibles par certains insectes vecteurs (pucerons). L'influence du milieu physique et cultural sur les maladies de dégénérescence fait ensuite l'objet d'un important paragraphe. L'auteur admet, tout d'abord, que le milieu agit sur l'extériorisation des maladies. L'action du virus peut être partiellement masquée dans certains cas. Le milieu agit ensuite sur la propagation des maladies. Il s'agit là d'une action sur la pullulation et le développement des insectes vecteurs et peut être aussi d'une action directe, encore mal connue, sur la réceptivité de la plante (Janssen). Contrairement à ce que certains ont cru il ne semble pas que le milieu puisse jamais provoquer la guérison de plants atteints.

L'auteur donne ensuite de brèves indications sur l'importance culturale des maladies de dégénérescence pour passer à l'étude des méthodes de lutte et conclure par un rapide aperçu des recherches en cours ou dont la réalisation paraît urgente.

En résumé, il s'agit là d'une bonne mise au point, sérieusement documentée, clairement rédigée dans une langue dépouillée de toute technicité superflue et, par cela même, accessible à tous. P. L.

Esau (K.). — **Études anatomiques et cytologiques sur la Mosaïque de la Betterave.** (Anatomical and cytological studies on Beat mosaïc.) *J. of.* Agr. Research, 69, 1944, n° 3, p. 95-117.

Le liber des plantes atteintes est normal. Les zones décolorées du parenchyme paraissent légèrement plus minces que les zones vertes et présentent certains caractères juvéniles, leurs cellules étant presque isodiamétriques et très serrées les unes contre les

autres. De bonne heure, au cours du développement, les zones jaunes présentent peu de divisions cellulaires et ont des grandes cellules qui paraissent plus mûres que celles des petites cellules des zones vertes où les divisions continuent. Les zones vertes ont l'aspect d'un mesophylle sain ou sont hyperplasiques. Les chloroplastes des plages jaunes sont peu colorés et fragiles. Dans les cellules les plus malades ils se fusionnaient en masses amorphes. Les noyaux étaient absents de telles cellules. D'après les données bibliographiques (66 références) de telles dégnérescences apparaissent sur des plastes exposés à divers agents. Il s'agit, semble-t-il, de troubles physiologiques provoqués à l'intérieur des cellules par la présence du virus, mais qui ne présenteraient aucun caractère spécifique. P. L.

FRAMPTON (V. L.) et TAKAHASHI (W. N.). — **Recherches, à l'aide de l'électrophorèse, sur les virus des plantes.** (Electrophoretic studies with plant viruses). — *Arch. of. Biochemistry*, 4, 1944, n° 2, p. 249-253.

Les images obtenues avec des extraits de feuilles de Tabacs sains indiquent trois composants protéidiques. La composition des extraits de feuilles saines n'était pas affectée par l'âge des plantes jusqu'à trois mois. Un constituant supplémentaire apparaissait dans les extraits de Tabacs infectés par le virus de la Mosaïque. On pense que ce constituant est le virus lui-même. Le développement de la maladie ne paraît pas subir de modifications en rapport avec la nature de la concentation des protéines normales. P. L.

FRANÇOT (P.). — **La lutte contre le Mildiou dans les circonstances actuelles.** *Bull. Off. Intern. du Vin*, mai-juin 1943, n° 157, p. 12.

Après avoir fait l'historique du Mildiou en France, l'Auteur passe en revue les moyens de lutte directe : préventifs, curatifs, biologiques, et indirecte : utilisation de cépage résistant à la maladie, utilisation des abris contre les pluies, destruction des formes de conservations hivernales du parasite. Il donne un aperçu des méthodes empiriques d'application des traitements contre le Mildiou et traite du problème actuel de la lutte contre le Mildiou et développe six principes fondamentaux sur lesquels repose la défense du vignoble, dans les conditions actuelles de pénurie du cuivre; 1° réduire l'importance des premières contaminations et procéder à l'extinction des foyers primaires; 2° réduire au cours des traitements la dose de cuivre habituellement utilisée; 3° réduire au maximum possible le nombre de traitements et 4° appliquer les traitements au moment opportun en suivant les avertissements agricoles; 5° exécution très soignée des traitements prescrits; 6° respecter l'une des trois méthodes proposées pour utiliser à bon escient le sulfate de cuivre réparti: A. Premier et dernier traitement à la bouillie bordelaise à 1,5 p. 100 ou 1 p. 100. Traitements intermédiaires aux solutions aqueuses à 0.3 p. 100 de sulfate de cuivre. B. Traitements alternés à la bouillie bordelaise à 0,5 p. 100 (ou si possible à 0,7 p. 100) et aux solutions à 0,3 p. 100; le dernier traitement étant effectué avec une bouillie à 1 p. 100 au minimum. C. Traitements continus aux bouillies à 0,5 et 0,8 p. 100, dernier traitement avec une bouillie à 1 p. 100 au minimum.

M. BAR.

GAUDINEAU (M.) et HUGER (R.). — **Lutte contre la cloque du pêcher et économie de cuivre.** *C. R. Acad. Agr.*, 29, 530-532, 1943.

Des essais préliminaires avaient montré l'efficacité de la lessive sulfocalcique et des polysulfures de baryum pour traiter le pêcher contre la cloque, avant floraison. La meilleure époque pour ces traitements avait été déterminée : elle correspond au gonflement des bourgeons, c'est-à-dire, sous le climat du Lot-et-Garonne, à la période du 20 au 25 février. Un seul traitement est suffisant.

Cette étude, reprise en 1943, a indiqué que la lessive sulfocalcique à 3 p. 100 et les polysulfures de baryum à 1 ou 3 p. 100 sont presque aussi actifs que la bouillie bordelaise. Les polysulfures de baryum peuvent être ramenés à la dose de 1 p. 100 pour une raison d'économie. Le sulfate neutre d'orthooxyquinoléine est moins actif que les

produits précédents ; il risque de causer des brûlures. Le permanganate de potasse, moyennement actif, est inapplicable à cause de sa nocivité pour le pêcher. Une économie de cuivre appréciable peut également être réalisée sans inconvénient grave, par l'emploi de solutions de sulfate de cuivre à 1 p. 100 ou d'ammoniure de cuivre à 2 ou 4 p. 100.

La date d'application des traitements et le soin qu'on y apporte ont plus d'importance pour le résultat à obtenir que la nature du produit employé, à condition que celui-ci soit au nombre des substances efficaces. M. Rau.

Gaudineau (Mlle M.). — **Les maladies de la Vigne en 1942 dans le Sud-Ouest.** *Prog. agr. et vitic.*, t. 119, n° 20, p. 157, 1943.

L'Auteur étudie le développement du Mildiou, de l'Oïdium et du Black-rot.

*Mildiou :* bénin en général, sauf dans les régions favorisées par l'humidité, comme la Grande-Ferrade.

*Oïdium :* a envahi la Vigne d'une façon hâtive et intensive.

Observations à la Grande-Ferrade, dans le Médoc et en Sauternes, et dans le Lot-et-Garonne, sur Chasselas.

*Black-rot :* recrudescence en Gironde, sans doute par suite de l'insuffisance des traitements cupriques. M. Bar.

E. Köhler. — **Sur quelques problèmes de viropathologie végétale.** (Über einige Probleme der allgemeinen Viruspathologie der Pflanzen.) [Mitteil. Biol. Reich, Heft 67, 1943.]

L'auteur étudie trois questions dans ce mémoire :

1. *L'endogénèse des virus.* — Tous les faits montrent que, normalement, l'infection est toujours d'origine exogène. Le cas d'une apparition spontanée d'un virus, chez une plante, sous l'effet de conditions exceptionnelles, ne peut cependant pas être rejeté *a priori* comme absolument invraisemblable, bien qu'il ne s'appuye sur aucun argument de valeur. Le cas du virus latent de King Edward, transmissible uniquement par la greffe, peut bien être expliqué par l'apparition spontanée du virus chez la première plante, issue de graine, qui a servi de souche à la variété. Mais d'autres interprétations sont possibles. Il peut s'agir d'un virus dont l'insecte vecteur existe dans le pays d'origine de la Pomme de terre et non en Europe et qui aurait été transmis par la graine à la souche des K. E. La rareté des fleurs chez cette variété et l'absence de fructification n'ont pas permis d'essayer de vérifier cette transmissibilité par la graine. On peut aussi admettre que K. E. ne renferme pas de virus mais qu'une de ses protéines normales aurait la propriété de se multiplier autocatalytiquement dans un greffon étranger.

2. *Prémunition.* — L'auteur montre que la protection des tissus de Tabacs infectés par une souche du virus X, contre l'entrée d'une autre souche, est bien liée à la présence du virus. Lorsqu'on frictionne une feuille avec la deuxième souche, les zones qui ont échappé à l'infection de la première réagissent par des lésions locales. Ces expériences sont bien conduites et intéressantes. Elles montrent qu'il s'agit d'une prémunition. L'interprétation théorique de la prémunition est ensuite discutée.

3. *Présence du virus de la Mosaïque du Tabac et du virus du Ring spot du Tabac dans les sécrétions stigmatiques de Petunias infectés.* — Cette constatation est du plus haut intérêt. L'auteur recherche si le même phénomène ne se produit pas, dans le virus X, chez la Pomme de terre. Ces sécrétions se produisent sur des blessures et la transmission du virus serait peut être réalisée de stigmate à stigmate par des insectes. Le pollen des Petunias infectés contient également les deux virus cités plus haut. Il n'en est pas de même du pollen du Tabac.

La présence, dans le pollen, d'un virus à grosses particules, comme celui de la Mosaïque du Tabac, soulève quelques difficultés théoriques envisagées par l'auteur.

P. L.

LAFON (R.). — **Rapport du directeur de la Station viticole de Cognac.** *C. R. Ass. Gén. du Comité de vitic. de l'arr. de Cognac,* p. 19-85, 1943.

La Station viticole de Cognac a procédé, en 1943. a d'importants essais de lutte chimique contre le Mildiou et l'Oïdium de la Vigne. L'année a été caractérisée, dans les Charentes, par une végétation favorable de la Vigne et un très faible développement du Mildiou, qui n'a pas eu d'influence sensible sur la récolte; l'Oïdium a été, dans l'ensemble, assez intense.

*Essais contre le Mildiou.* — La bouillie bordelaise à 1 p. 100 s'est montrée suffisamment efficace, ce qui confirme les résultats obtenus en 1941 et 1942, en présence d'un Mildiou peu intense. Toutes les autres formules destinées à économiser le cuivre, et comportant de 60 à 150 grammes de métal par hectolitre, se sont montrées inférieures, sur quelque point, aux bouillies bordelaises de mêmes richesses en cuivre. Parmi les produits non cuprique, seul un composé organique à base de dinitrosulfocyanobenzène a présenté une efficacité importante contre le mildiou et assuré une grosse économie de cuivre; il n'empêche cependant pas la défeuillaison précoce des vignes. Ce produit pourrait, dans la pratique, suffire à la protection des vignobles, à condition que le premier et le dernier traitement de la saison utilisent la bouillie bordelaise.

*Essais contre l'Oïdium.* — L'efficacité des traitements d'hiver est discutable. Les essais faits en cours de végétation ont donné les conclusions suivantes : Parmi les poudrages, le soufrage classique au soufre pur est supérieur à tous les autres traitements; le mélange de 75 p. 100 de soufre et 25 p. 100 de carbonate de soude lui est un peu inférieur. Parmi les traitements liquides, les soufres colloïdaux, aux doses indiquées par les fabricants, sont insuffisants. Il en est de même des lessives sulfocalciques, même avec addition de 200 grammes de sulfate de cuivre par hectolitre. La solution de permanganate de potasse à 150 grammes par hectolitre présente une efficacité momentanée, de courte durée. Un traitement satisfaisant consiste à employer une bouillie bordelaise à 1 p. 100 additionnée d'un mouillant à base d'alcool terpénique sulfoné; cette application doit être effectuée avec soin, au début de l'apparition de l'Oïdium sur les grappes.

M. RAU.

LIMASSET (P.). — **Principes de pathologie végétale.** (Notions sur les principales maladies parasitaires des plantes cultivées.) 1 vol., 140 p., Paris, 1945, Dunod édit. **Prix :** 230 fr.

Ce petit livre n'est pas un traité. Il ne vise nullement à être complet. L'Auteur a simplement cherché à faire œuvre de synthèse en dégageant de l'ensemble touffu de nos connaissances sur les maladies parasitaires des plantes cultivées les éléments vraiment fondamentaux nécessaires à la formation de tout agronome non spécialiste.

L'ouvrage débute par un exposé de généralités sur le parasitisme, l'immunité en pathologie végétale, l'histoire de la Pathologie végétale. Il nous présente ensuite un choix des principales maladies provoquées par des champignons classées d'après les affinités systématiques de ces parasites. Les maladies bactériennes sont ensuite étudiées dans le même esprit. Un chapitre d'une documentation très moderne est consacré aux maladies à virus. Celles-ci sont classées d'après le mode de transmission de ces agents. Les maladies provoquées par des Phanérogames sont étudiées en quelques pages. L'ouvrage se termine par un aperçu des principales techniques mises en œuvre par le pathologiste.

Ce petit livre est essentiellement destiné aux élèves des écoles d'agriculture, aux agents de la défense des végétaux et des services agricoles. Il constitue une introduction utile à la lecture d'ouvrages plus complets qu'il ne prétend nullement remplacer.

LAFON (J.). — **Résultats des essais contre le Mildiou effectués en 1942 à la Fondation Fougerat.** *Bull. Off. Intern .du Vin,* janvier-février 1943, n° 155, p. 65.

En dehors des essais organisés par le Ministère de l'Agriculture, la Fondation Fougerat a expérimenté un grand nombre d'autres produits cupriques et non cupriques

(70 formules) ; aucune formule nouvelle ne sort de cet important travail, mais l'Auteur tire des résultats obtenus quelques conclusions pratiques pour défendre la Vigne en 1943, avec les produits dont la viticulture pourra disposer. M. Bar.

J. Magrou. — **Des Orchidées à la Pomme de terre.** (Essai sur la symbiose.) Paris, Gallimard, 1943.

Ce livre est un exposé brillant de la théorie mycorhizienne de la tubérisation et de son application au cas de la Pomme de terre. Il est rédigé par un de ses plus ardents défenseurs, héritier spirituel de Noël Bernard.

La première partie est un résumé clair, et d'une lecture agréable, des idées de Salaman relatives à l'origine des Pommes de terre cultivées. Salaman, suivi par M. Magrou, repousse la thèse de Vavilov qui assignait comme berceau à cette plante l'île de Chiloë et les côtes du Chili méridional. Il se rallie à la théorie ancienne, d'après laquelle la Pomme de terre est originaire de la Cordillière des Andes. Ses arguments ne sont pas des preuves mais nous apportent des présomptions qui paraissent fondées sur un examen très sérieux des faits. Ils entraîneront la conviction de nombreux lecteurs.

Un exposé très clair, prenant pour exemple le cas des Orchidées et de leur champignon endophyte, si remarquablement approfondi par Noël Bernard, met le lecteur au courant de la symbiose et démontre son action sur la tubérisation de ces plantes. L'auteur considère de plus qu'il y a un parallélisme très frappant entre les réactions immunologiques de l'Orchidée et celles des animaux. L'affirmation de ce parallélisme suppose une légère extrapolation, d'ailleurs parfaitement raisonnable. Nous ne pensons donc pas qu'on puisse donner ce fait comme absolument démontré. Quelques maillons manquent encore à la chaîne logique du raisonnement. Par exemple, il n'est pas démontré d'une façon *rigoureuse* que la substance considérée comme un anticorps est bien apparue en *réponse à l'action d'un antigène.* Sa spécificité nous *invite à penser* qu'il en est bien ainsi, mais nous ne le savons pas de science certaine.

M. Magrou expose ensuite la théorie de Noël Bernard relative à la corrélation entre la symbiose et l'état vivace. D'après cette théorie, la tubérisation de la Pomme de terre devrait être provoquée par un symbiote producteur de mycorhizes. Or, celui-ci n'a pu être décélé chez les plantes de nos cultures où la tubérisation serait due, d'après l'auteur, à des conditions équivalentes à la symbiose analogues à celles que l'on peut réaliser, dans le cas des Orchidées, en utilisant des milieux de culture à tension osmotique élevée. Par contre, il a été possible d'observer chez un pied de *Solanum Maglia,* en provenance du Chili, des mycorhizes du même type que celles de la Douce amère. De plus, en plantant des Pommes de terre dans un terrain ayant porté des Douces amères, M. Magrou a obtenu des mycorhizes sur ces premières plantes. Il a, également, constaté que certaines plantes réagissaient fortement et se libéraient ainsi des mycorhizes, tandis que d'autres restaient infestées. Ces dernières seules tubérisaient. Il convient de noter que Ducomet a fait, de ces expériences, une critique très serrée (*Ann. de Grignon,* 1923-1924) qui laisse l'impression que les résultats ne sont pas pleinement démonstratifs. Nous y renvoyons tout lecteur désireux de former son jugement avec impartialité.

Un essai effectué par l'auteur, en collaboration avec M. Cuzin, a pour but de montrer que la tubérisation des plantes issues de semis est due à la forte tension osmotique produite par les engrais et qui compense l'absence de mycorhizes. L'augmentation de la tension osmotique en rapport avec des teneurs de plus en plus fortes en terreau d'un mélange de sable et de terreau, est mise en évidence par l'abaissement du point de congélation. La proportion de tubercules de plantes sans mycorhizes augmente suivant la même loi, ce qui n'est pas surprenant car on se demande comment la Pomme de terre tubériserait en l'absence d'éléments nutritifs. Il manque à cette expérience, pour être concluante, un point de comparaison avec des Pommes de terre infectées par des mycorhizes et permettant de mettre en évidence le rôle compensateur de ces dernières.

Les faits apportés par M. Magrou en faveur du rôle des mycorhizes dans la tubérisation de la Pomme de terre constituent un faisceau de présomptions, mais ce faisceau

comporte encore des points faibles dont certains ont été soulignés avec pertinence par Ducomet dès 1923. Plus récemment encore, une polémique s'est élevée sur cette question. Nous n'avons pas qualité pour la trancher.

Un chapitre entier est consacré aux applications de la théorie mycorhizienne de la tubérisation. L'auteur y développe un exposé des méthodes scientifiques de culture des Orchidées, basées sur les travaux de Noël Bernard. Grâce à ces méthodes on peut aujourd'hui cultiver ces plantes en partant de graines.

L'auteur résume ensuite sa méthode de sélection de la Pomme de terre. Cette méthode consiste à produire des familles issues de graines semées, soit dans une terre à mycorhizes, soit sur un milieu artificiel à forte tension osmotique (culture aseptique). En effet, les maladies à virus de la Pomme de terre ne paraissent pas transmissibles par les graines. Les tubercules obtenus la première année sont plantés en montagne, à l'abri des pucerons, dans un terrain riche en mycorhizes. On a opposé à M. Magrou que, la Pomme de terre étant hétérozygote, les produits issus de semis sont très hétérogènes. Celui-ci espère éluder cette difficulté par l'obtention de variétés homozygotes.

Le dernier chapitre est l'exposé d'une théorie, due à Noël Bernard, sur le rôle de la symbiose dans l'évolution des plantes vasculaires. Reprenant l'idée de Treub, Noël Bernard admet que les plantes vasculaires dériveraient de certaines hépatiques à thalle par l'intermédiaire de plantes voisines des Lycopodiacées. Les premières plantes vasculaires seraient des Sporophytes d'hépatiques qui, sous l'action d'un champignan symbiotique, auraient développé un tubercule appelé protocorme, pourvu de rhizoïdes. Ces derniers organes, en puisant de l'eau et des substances nutritives dans le milieu extérieur, leur auraient permis de se libérer pour mener une vie indépendante. De fait, les Lycopodiacées vivent en symbiose avec des champignons et le protocorme a été trouvé chez certaines d'entre elles. On l'a retrouvé aussi chez certaines *Rhyniacées*, plantes fossiles du Dévonien inférieur, qui pourraient être un terme de transition entre les Hépatiques et les Ptéridophtes. Par la suite, certaines plantes vasculaires auraient perdu leur faculté de symbiose et seraient devenues annuelles. Certaines, parmi ces dernières, comme les Orchidées, l'auraient à nouveau acquis secondairement et auraient donné des types très parfaits et très évolués de plantes vivaces.

P. L.

Magrou (J.). — **Facteurs biologiques et physicochimiques de la tubérisation chez la Pomme de terre.** (*Solanum tuberosum L.*) [*Ann. Sc. nat. Bot.*, tome IV, 1943, p. 97-102, 4 pl.]

L'Auteur relate brièvement ses travaux antérieurs au cours desquels il avait constaté que des Pommes de terre issues de graines croissant dans un sol sans engrais côte à côte avec des Douce-Amères, pouvaient être infestées par le champignon symbiotique des mycorhizes de cette plante. Les Pommes de terre infestées tubérisaient, celles qui avaient résisté à l'infection ne tubérisaient pas.

Des observations effectuées à Bagnères-de-Bigorre ont montré que des plantes issues de graines repiquées dans des terrains incultes où abondent les plantes à mycorhizes, peuvent être infestées dans leurs racines par un champignon endophyte. Il en est ainsi même lorsqu'aucune des plantes à mycorhize de ces terrains n'appartient à la famille des Solanées. Il y a corrélation entre la tubérisation de la Pomme de terre et la présence de mycorhizes. Certaines Pommes de terre résistent, en effet, à l'infection en détruisant le champignon qui s'installe dans les tissus de leurs radicelles. Cette destruction s'effectue grâce à une réaction phagocytaire.

En milieu stérile, la tubérisation se produit quand le milieu nutritif atteint une certaine tension osmotique critique. Les champignons, en saccharifiant l'amidon, auraient simplement pour effet de dépasser cette valeur critique dans un sol sans engrais. Dans les conditions normales de culture où les mycorhizes font généralement défaut, la tubérisation serait due à la tension osmotique élevée créée par l'apport de fumier.

Des expériences de Cuzin et Mariat tendent à appuyer cette opinion. Il leur manque malheureusement un terme de comparaison avec des plantes à mycorhizes.

P. L.

**E. Pfankuch. — L'importance de nos connaissances sur la structure et les propriétés des protéines virus pour une chimiothérapie des maladies à virus.** (Die Bedeutung unserer Kenntnisse von Aufbau und Eigenschaften der Virusprotéine für eine Chimiotherapie der Viruskrankheiten.) [Mittell Biol. Reichans. Berlin-Dahlem heft 67, 1943], p. 46-57, 5 fig., 1 graphique.

L'auteur trace, à grands traits, l'histoire de la chimiothérapie. C'est d'abord la lutte, parfois si brillante, contre les maladies à Spirochètes et à Protozoaires, puis, très récemment, la lutte contre certaines maladies bactériennes par les sulfamides. Le mode d'action de ces derniers produits a été mis en évidence par Kùhn.

La chimiotérapie des maladies à virus n'existe pas encore. L'auteur présente quelques essais d'inactivation, *in vitro*, du virus de la Mosaïque du Tabac.

Ces essais mettent en évidence l'inactivation du virus par absorption de diverses substances : colorants, divers colloïdes, etc. Les études les plus précises ont porté sur des composés agissant sur la tension superficielle, composés neutres, cations ou anions. Les cations provoquent l'agrégation des particules des virus et produisent un trouble qui permet de mesurer le pouvoir agrégeant des substances. Ce pouvoir est parallèle au pouvoir inactivant mesuré par la méthode des lésions locales sur *Datura*. Les anions diminuent, au contraire, le trouble et provoquent une première inactivation immédiate due à l'absorption, complétée ensuite par une fragmentation progressive des molécules de virus.

La germanine, qui n'est pas un composé capillaire actif, mais présente un pouvoir absorbant considérable vis-à-vis des protéines, a été également étudiée. Là aussi, le parallélisme entre le pouvoir absorbant pour diverses concentrations et l'inactivation est frappant.

Enfin, l'acide nucléique de la levure a une forte action inactivante sur le virus de la Mosaïque du Tabac. Cette action serait due à un déplacement, par cet acide, de l'acide nucléique propre au virus, celui-ci ayant, semble-t-il, une situation très superficielle dans la molécule.

P. L.

**Schad (C.). — Étude des facteurs de l'infection primaire et de la durée de l'incubation en vue de la prévision des époques de traitements contre le Mildiou de la vigne.** *Bull. Off. Intern. du Vin*, n° 159, septembre-octobre 1943, p. 53.

La méthode d'avertissements agricoles appliquée à Clermont-Ferrand, a donné des résultats tangibles exposés dans les comptes-rendus sommaires des travaux des Stations et Laboratoires en 1938 et 1939. Les données exposées dans le présent travail, prévision de l'infection primaire, facteurs de la période d'incubation, permettront encore d'améliorer la sûreté des prévisions des époques de traitements et de réduire le nombre des applications au maximum, tout en assurant une protection parfaite du vignoble.

M. Bar.

**G. Segretain. — Culture d'un virus et son inoculation sur fragments de tige de Tabac cultivés *in vitro*.** Ann. Inst. Pasteur, T. 69, p. 61, 1943.

L'auteur a essayé d'associer la technique des cultures de tissus et l'infection de ces derniers par un virus afin d'obtenir la multiplication de celui-ci *in vitro* sur milieu vivant.

Le tissu du Tabac (fragments de cylindre central de la tige) est cultivé aseptiquement suivant la technique de Gautheret.

Dans une première série d'essais, l'auteur cultivait des tissus prélevés sur des Tabacs infectés par le virus de la Mosaïque du Tabac. Le jus extrait des tissus néoformés après culture contenait le virus. Il était, en effet, capable de reproduire les lésions locales caractéristiques de ce dernier par inoculation au *N. glutinosa*. Sa virulence, évaluée d'après le nombre de lésions obtenu, était du même ordre que celle d'un jus de plante malade à la même dilution.

Dans une deuxième série d'essais, l'auteur a essayé d'inoculer le même virus à des fragments de tiges de Tabac sains, mis en culture. Deux techniques d'inoculation ont été utilisées. Dans l'une, on répandait du jus virulent de Tabac, stérilisé par tyndallisation, sur l'assise génératrice mise à nu dès la mise en culture des fragments de tige. Dans l'autre, le jus virulent stérile était incorporé au milieu de culture. La première méthode a donné un résultat positif et la seconde de même. La virulence du jus extrait des tissus néoformés était supérieure à celle du milieu nutritif, ce qui prouve qu'il y avait bien eu inoculation. Les résultats négatifs ont été enregistrés en plus grand nombre.

Ce travail constitue un effort très original et plein de promesses. Au point de vue pratique, la culture des virus *in vitro* simplifierait la conservation des souches qui n'est possible actuellement que sur des plantes conservées en serre. Au point de vue scientifique on peut espérer aussi de cette technique certains progrès dans la connaissance de la réaction des tissus en présence du parasite et des modifications de leur métabolisme.

P. L.

G. Stelzner et H. Schwall. — **Réaction d'une série de Solanées à l'infection par les virus A, Y et Z de la Pomme de terre envisagée au point de vue de la possibilité de leur utilisation comme plantes épreuves.** (Réaction einer Reihe von Solanaceen auf Infektion mit A, Y und X virus der Kartoffel unter Berücksichtigung ihrer Brauchbarkeit als Testpflanze.) Phytapotho. Zeitschr. Bans XIV, Heft S, p. 497-511, 13 photographies, un tableau, 1943.

L'auteur recherchant une bonne plante épreuve pour le virus A a inoculé les virus A, X et Y à 68 espèces de Solanées. Les inoculations ont été faites par friction avec carborundum (abrasif) et réalisées à trois époques différentes (printemps, été, automne). L'auteur n'a retenu que des espèces ayant fourni des réactions positives, avec ces trois virus, aux trois saisons considérées. Son attention s'est spécialement portée sur trois espèces de *Nicotiana : N. alata, N. fragrans, N. longiflora.*

Ces plantes réagissent bien avec les trois virus considérés et constituent de bonnes plantes épreuves. Malheureusement il ne semble pas qu'elles soient plus aptes que le Tabac à permettre la distinction si délicate du virus A et du virus Y, sauf peut-être en ce qui concerne *N. fragrans* qui réagit beaucoup plus fortement au virus A qu'au virus Y, mais encore faut-il être prudent car l'auteur n'a éprouvé qu'une seule souche du virus A.

Les réactions des 68 espèces éprouvées sont résumées dans un tableau fort intéressant à étudier. Pour certaines espèces les résultats ne cadrent pas avec ceux qui ont été fournis par d'autres auteurs. Il ne faut peut être pas s'en étonner. L'auteur a constaté lui-même que tous les individus d'une même espèce ne réagissent pas toujours d'une façon identique. Il y a probablement des lignées de sensibilités différentes.

P. L.

Thompson (R. C.). — **Réaction de diverses espèces de *Lactuca* au virus de la jaunisse des *Aster* dans les conditions normales de la culture.** (Reaction of Lactuca species to the Aster Yellows virus under field conditions.) *J. Agr. Res.*, 69, 1944, n° 3, p. 119-125.

Deux cents variétés et souches de Laitues cultivées ont été éprouvées. Toutes se sont montrées sensibles. La sensibilité des vingt-deux espèces et variétés sauvages de *Lactuca* varie beaucoup. *L. tatarica, L. bourgæi* et *L. marchallii* paraissent immunes. Malheureusement elles ne peuvent servir à améliorer les espèces cultivées, étant génétiquement incompatibles avec celles-ci. Deux souches, l'une de *L. scariola*, l'autre de *L. saligna*, ont montré une aptitude élevée à échapper à l'infection et sont utilisables dans les croisements avec les variétés cultivées. Les espèces à dix-sept chromosomes (*L. canadensis, L. spicata, L. graminifolia* et *L. floridana*) présentent certaines aptitudes à échapper à l'infection mais sont incompatibles avec les formes cultivées. *L. virosa* et *L. squarrosa* (*L. laciniata*) sont très sensibles.

P. L.

**Maladies des plantes et dégâts d'insectes au Danemark en 1942.** (Plantesyg domme i Danemark 1942. Oversigt, samtet ved Statens plantenpatologiste Porsg.) [Tidsskr. for Planteavl, 48 Binds I Haefte 1943, p. 1-86. Résumé anglais.]

*Maladies physiologiques.* — Les grands froids de l'hiver ont produit des dégâts importants sur le Blé et le Seigle. Sur 90 p. 100 des surfaces emblavées en Blé les plantes ont été entièrement détruites. Pour le Seigle, les dégâts correspondaient à 30 à 40 p. 100 de la surface emblavée. Le Ray-grass (*Lolium italicum* et *Lolium perenne*) a également beaucoup souffert.

Dans les jardins, de nombreuses plantes ont été tuées par le froid. Les Pruniers, et notamment la variété *Victoria*, ont été fortement endommagés. Les Pommiers ont résisté de façon convenable, cependant ceux qui avaient souffert du froid en 1940 et 1941 ont été gravement atteints ou tués.

Les Noyers ont beaucoup souffert. Beaucoup de vieux arbres ont été privés de feuilles jusqu'au milieu de l'été. A cette époque, des jeunes pousses et des feuilles sont apparues sur les vieilles branches de certains arbres.

*Maladies à virus.* — Celles-ci sont abondantes sur la Pomme de terre. L'*Allium virus I* s'est montré commun sur l'Echalotte.

*Maladies à champignons.* — Le mémoire fournit une liste des maladies communes sur les principales plantes cultivées, accompagnée d'indications relatives à l'intensité des attaques et souvent aussi aux dates d'apparition de la maladie. Signalons, entre autres, une forte attaque de Mildiou de la Pomme de terre, apparue en juillet, et qui a provoqué d'importants dégâts sur les tubercules. Des attaques d'*Alternaria Solani* sont signalées sur les feuilles de Tomate.

*Attaques d'insectes.* — Les attaques de Pucerons ont été très importantes. Des sorties de Hannetons importantes se sont produites dans certaines régions.

---

## PHYTOPHARMACIE.

Blanchard (M.) et Sonntag (G.). — **Coloration des semences de haricots.** *C. R. Acad. Agr.*, 28, 399-401, 1942.

Essai de dénaturation des haricots de semence au moyen de différentes poudres et solutions colorantes. Le procédé qui paraît le plus satisfaisant est le suivant : une solution à 2 p. 100 de sulfate ferrique est pulvérisée sur les haricots, à raison de 30 cm³ par kilogramme. On pulvérise ensuite la même quantité d'une solution très légèrement acide de ferrocyanure de potassium à 1 p. 100. Il se forme une véritable teinture de bleu de Prusse, très résistante, stable et adhérante, non toxique, sans effet sur la germination.

M. Rau.

Bogdarina (A. A.). — **Rapport entre l'humidité du sol et la chute des feuilles de pommier, à la suite des traitements aux émulsions d'huile minérale.** *Bull. plant. prot.*, nos 1-2, p. 185-191, 1940 (en russe) ; in : *Rev. appl. entom.*, 30, p. 148, 1942.

Des expériences de laboratoire montrent que le pourcentage des feuilles de jeunes pommiers qui tombent à la suite des traitements aux huiles minérales est inversement proportionnel à l'humidité du sol et à la teneur en eau des feuilles. Des observations faites au verger ont confirmé ce résultat : la chute des feuilles est moindre après les traitements, dans les vergers irrigués.

M. Rau.

CARRIÈRE (E.). — **Action des bouillies anticryptogamiques : propriétés des bouillies cupriques, cuivreuses et aluminiques.** *Prog. Agr. et Vitic.*, t. 113, n° 26, p. 213, 1943.

Les observations rapportées tendent à prouver que le gel d'aluminium et l'hydroxyde cuivreux constituent des produits anticryptogamiques intéressants.

M. BAR.

CARRIÈRE (E.). — **Recherches sur les bouillies anticryptogamiques.** *Prog. Agr. et Vitic.*, t. 119, n° 18-19, p. 139, 1943.

Résumé de la conférence faite devant la Société centrale d'Agriculture.

1° L'emploi du cuivre sous forme de sulfate de cuivre n'est pas rationnel.

2° D'autres bouillies peuvent remplacer les bouillies cupriques et la France pourrait se dispenser de payer à l'étranger un tribut fort élevé.

I. L'Auteur préconise d'employer l'*hydroxyde cuivrique* obtenu directement par électrolyse en employant une solution de sulfate de sodium cristallisé à 20 p. 100 comme électrolyte et des électrodes constituées de cuivre ou d'alliages de cuivre.

L'Auteur considère qu'il est encore plus avantageux de mettre le cuivre sous forme de bouillies cuivreuses en employant le chlorure de sodium à 20 p. 100 comme électrolyte.

1 kilogramme d'hydroxyde cuivreux renferme autant de cuivre que 3 kilogrammes de sulfate de cuivre.

Défaut : la bouillie d'hydroxyde de cuivre dépose assez rapidement.

Qualité : adhère très bien aux feuilles, très colloïdal.

II. L'Auteur avance la toxicité des bouillies aluminiques : pour le Mildiou à la teneur de 1/160.000 d'aluminium. L'hydroxyde d'aluminium ou gel d'aluminium possède une qualité remarquable de volume, d'adhésivité, est particulièrement colloïdal. L'alumine desséchée, de plus, est avide d'eau, elle doit donc protéger la vigne contre le Mildiou.

M. BAR.

BRANAS (J.). — **A propos des bouillies nouvelles.** *Prog. Agr. et Vitic.*, t. 119, n° 21, p. 168.

Critique des formules recommandées plus ou moins directement par M. le Professeur CARRIÈRE.

1° Bouillies à l'aluminium et au baryum.

2° Suspension d'hydrate cuivrique obtenue par électrolyse.

3° Suspension d'hydrate cuivreux obtenue par électrolyse.

A aucun moment l'aluminium ou le baryum n'ont exercé une action quelconque sur le Mildiou (l'action de l'aluminium est 54 fois plus faible que celle du cuivre, celle du baryum 90 fois moindre).

En ce qui concerne l'hydrate cuivrique, la pâte qu'il suffirait de délayer dans l'eau présente de sérieux inconvénients : pour le transport d'abord, puis par suite de vieillissement, l'agglomération des particules amènerait la formation d'éléments beaucoup moins fins que ceux des bouillies ordinaires et moins adhérents.

Desséché et broyé, l'hydrate pourrait fournir l'élément de poudrage mais offrirait les mêmes caractéristiques que l'oxychlorure, et le prix de revient ne serait-il pas supérieur ?

Voir réponse : *Prog. Agr. et Vitic.*, t. 120, n° 27-28, p. 6, 1943 ; t. 120, n° 30-31, p. 34, 1943.

M. BAR.

BRANAS (J.). — **Le cuivre et la végétation de la Vigne.** *Prog. Agr. et Vitic.*, t. 120, n° 51-52, p. 250, 1943.

Toutes choses égales d'ailleurs et en l'absence de Mildiou, les vignes sulfatées ont un

feuillage différent par l'aspect de celui des vignes non sulfatées, il est plus vert à l'automne et aussi au cours de la croissance; la durée du cycle végétatif est prolongé et l'aoûtement et la maturation sont retardés par le traitement cuprique (malgré contradiction dans certaines observations). En ce qui concerne la couleur verte des feuilles, elle viendrait de ce que le produit dont on les couvre ferait écran : il y a refroidissement de la feuille d'autant plus grand que la bouillie est de teinte plus claire; les feuilles reçoivent moins de chaleur et aussi moins de lumière. La feuille ne jaunit naturellement que lorsque la plante a reçu suffisamment de chaleur, mais il faudrait que l'aoûtement du bois corrélativement fût retardé et sauf mauvaise observation, on admet l'aoûtement précoce.

Dans beaucoup de cas, le Mildiou d'automne est arrêté par le cuivre des vignes sulfatées, tandis qu'il achève de détruire les feuilles des vignes non sulfatées.

L. Ravaz admet que le cuivre agit sur une grande quantité d'autres champignons que le Mildiou. Les microorganismes non détruits sur les feuilles non traitées en hâteraient le jaunissement automnal. M. Bar.

Gaillou (G.). — **L'Ammoniure de cuivre cellulosique : les enseignements de la campagne 1941.** *Prog. Agr. et Vitic.*, t. 119, n° 14-15, p. 110, 1943.

1° La dose doit être portée à 4 litres pour 100 litres d'eau. La dose à 2 p. 100 préconisée en 1942 n'a donné satisfaction qu'avec des épandages très nombreux et abondants.

L'économie du cuivre est encore considérable à dose de 4 p. 100 (60 gr. contre 500 gr.) par rapport à la bouillie à 2 p. 100 et par rapport à la solution simple de sulfate de cuivre.

Le prix de revient, 18 fr. 60 l'hectolitre contre 15 francs pour l'hectolitre de bouillie bordelaise n'est pas rédhibitoire.

2° Les traitements doivent être effectués avec soin et plus souvent qu'avec la bouillie ordinaire.

3° L'addition d'un bon marquant paraît nécessaire.

4° Pour le traitement des grappes, l'addition du mouillant à base d'alcool terpénique permet l'enrobage parfait des grains.

5° Si l'on possède du sulfate de cuivre, il sera bon de faire à la bouillie bordelaise le premier traitement en conservant l'ammoniure pour les traitements intermédiaires.

M. Bar.

Kiplinger (D. C.) et Laurie (A.). — **Effet de différentes bouillies antiparasitaires sur la photosynthèse apparente du rosier de serre.** (The effect of several spray materials on the apparent photosynthesis of the greenhouse rose). *Bi-m. bull. Ohio Agric. Exp. St.*, 26, 105-119, 1941 ; in : *Rev. appl. entom.*, 30, p. 288, 1942.

Plusieurs substances entrant dans la composition des bouillies antiparasitaires ont été essayées sur la rose de serre « Better times », au point de vue de leur action sur la photosynthèse. Les produits contenant de l'huile et des savons provoquent une diminution considérable de la photosynthèse. Aucune brûlure visible n'a été constatée, mais, dans plusieurs cas, un arrêt de la croissance des rosiers s'est produit à la suite des traitements. On n'a pu établir aucun rapport entre la photosynthèse apparente des rosiers et la production des roses. M. Rau.

Raucourt (M.). — **Les essais de produits anticryptogamiques en 1942.** *Bull. Off. Intern. du Vin*, janvier-février 1943, n° 155, p. 21.

En 1942, le Ministère de l'Agriculture a intensifié les recherches sur les produits anticryptogamiques utilisables contre les maladies de la vigne. Les travaux ont été réalisés dans plusieurs centres de recherches; le programme des essais prévoyait, dans le cas

du mildiou, la comparaison entre les bouillies cupriques classiques et plusieurs produits économiseurs de cuivre, l'étude d'adjuvants susceptibles d'améliorer les bouillies cupriques et l'essai d'efficacité de plusieurs formules nouvelles non cupriques; dans le cas de l'oïdium, l'étude des soufres chargés et des soufres utilisables en traitements liquides.

Les résultats obtenus ont été suffisamment concordants pour que l'Auteur puisse en faire un résumé d'ensemble, mais on peut dire que les essais de 1942 n'ont mis en évidence parmi les produits cupriques aucune formule d'un intérêt exceptionnel; ils ont montré la possibilité de combattre le mildiou par des composés organiques non cupriques; les soufres chargés sont d'un emploi possible contre l'oïdium. M. Bar.

Raucourt (M.). — **Considérations sur les produits anticryptogamiques viticoles.** *Bull. Off. Intern. du Vin*, n° 158, juillet-août 1943, p. 44.

Les essais anticryptogamiques de 1942 ont établi les faits suivants :

1° Il est douteux qu'il existe des composés minéraux nettement plus efficaces que la bouillie bordelaise, qui demeure la formule la plus efficace à teneurs égales en cuivre.

2° Il est presque toujours inutile, contre le Mildiou, de dépasser la dose de 2 p. 100 pour la bouillie bordelaise; une richesse de 1,5 et même 1 p. 100 est suffisante en cas d'attaque modérée, les bouillies de faible concentration restent intéressantes en cas d'économie de cuivre obligatoire.

3° Il est possible que certaines combinaisons organocupriques puissent conférer au cuivre un pouvoir fongicide particulièrement élevé.

4° Il est définitivement établi que le Mildiou de la vigne peut être efficacement combattu par des composés organiques ou organométalliques non cupriques.

5° Contre l'Oïdium il est possible de remplacer les soufres purs par des soufres contenant jusqu'à 50 p. 100 de matières inertes, mais cette économie de soufre s'accompagne d'une diminution notable de l'efficacité M. Bar.

Roth (R. W.) et Pyenson (L.). — **Essai de plein champ de deux nouveaux insecticides de contact.** (Field trial with two new contact insecticides.) *J. econ. entom.*, 34, p. 474, 1941; in : *Rev. appli. entom.*, 30, p. 198, 1942.

La monolaurate de mannitane est un mouillant industriel doué de certaines propriétés insecticides. Il peut s'employer, soit seul, soit en mélange avec des produits roténonés ou des extraits de pyrèthre. Contre le Puceron *Aphis pomi*, les trois produits sont actifs, le monolaurate employé seul étant moitié moins actif que les mélanges roténonés ou pyrèthrés.

Ces deux mélanges sont efficaces à diverses concentrations contre *Heliothis armigera*, *Epitrix cucumeris*, contre la Punaise *Blissus hirtus* et les Trips des Rhododendrons. Ces traitements sont inoffensifs pour le feuillage. H. Rau.

Venezia (M.) et Ruf (D.). — **Le comportement des adhésifs et des mouillants. Adhésifs avec les antipéronosporiques à teneur de cuivre réduite.** *Bull. Off. int. du Vin*, n° 160, p. 58-62, 1943.

Si l'adjonction des mouillants et des mouillants adhésifs est à préconiser dans le cas de la bouillie bordelaise ordinaire, l'opportunité de tels mélanges dans le cas de produits pauvres en cuivre n'était pas démontrée. Les Auteurs ont étudié ce problème et, en établissant à quelle dilution du produit à essayer la germination des conidies de l'*Alternaria tenuis* Ness, c'est-à-dire la formation de promyceliums, est rendue impossible, ils ont déterminé les limites de toxicité de quelques antipéronosporiques à faible teneur en cuivre employés seuls ou additionnés d'adjuvants.

Les essais ont porté sur trois produits anticryptogamiques à faible teneur en cuivre : Ramital, Ramato P1, Cupramina, et sur deux adhésifs et mouillants adhésifs : Coadhérent Addis et Sandovit.

L'addition des adjuvants précités entraîne constamment une diminution de la limite de toxicité des antipéronosporiques, surtout du Cupramina et quelquefois aussi, du Ramato P1. Toutefois, cette limite de toxicité peut être considérée comme pratiquement suffisante, car d'une part les concentrations des bouillies sur les feuilles au cours des traitements doivent être plus élevées que celles qui ont été étudiées, et d'autre part, l'addition du Coadhérent Addis et de Sandovit améliore l'adhésivité des bouillies (sauf dans le cas du Ramato P1). Des essais de plein champ destinés à confirmer les résultats de laboratoire sont actuellement en cours. H. Bé.

Imprimerie Nationale. — J. P. 500036.

# ÉTUDE SUR L'ANTHRACNOSE DU CERISIER

par H. Darpoux,

Chef de travaux à la Station centrale de Pathologie végétale.

SOMMAIRE.

Pages.

I. Introduction ..... 161
II. Caractères de la maladie ..... 163
III. Étude du parasite ..... 164
IV. Sensibilité des variétés ..... 169
V. Méthodes de lutte ..... 171
VI. Résumé et conclusions ..... 172
VII. Bibliographie ..... 172

## I. Introduction.

L'Anthracnose du Cerisier a été trouvée pour la première fois en France, à Versailles, en 1942, par Arnaud, mais il est vraisemblable que cette maladie existait déjà l'année précédente. En 1943, Viennot-Bourgin l'a observée dans différentes pépinières de la région parisienne et aux environs immédiats de Lisieux (Calvados). On nous a envoyé, la même année, des feuilles attaquées de Chevry-Cossigy (Seine-et-Marne) et, en septembre 1945, le Service de la Protection des végétaux nous a signalé sa présence dans la région d'Angers et aux environs de Toulouse.

La cause de la maladie est un champignon dont la forme conidienne estivale a été identifiée par Arnaud en 1942. Elle appartient au groupe des Mélanconiées et les pathologistes la classe généralement dans le genre *Cylindrosporium*, mais les mycologues considèrent actuellement que ce genre n'a plus de raison d'exister étant identique au genre *Phleospora*.

En Europe, des champignons du même genre, attaquant d'autres plantes, ont été décrits et étudiés, tels *Cylindrosporium Padi* Karsten sur *Prunus Padus*, *Cylindrosporium castanicolum* (Dem.) Berl. sur Châtaignier, *Cylindrosporium Mori* (Lev.) Berl. sur Mûrier et *Cylindrosporium olivae* Petri sur Olivier.

En Amérique, des formes analogues ont été trouvées sur divers *Prunus* et l'on a observé les organes sexués qui appartiennent au genre *Coccomyces*. Higgins indique trois formes : *Coccomyces hiemalis* Hig. (forme conidienne : *Cylindrosporium hiemalis*) sur Cerisiers (*Prunus avium*, P. *Cerasus*, P. *pennsylvanica*), *Coccomyces prunophorae* Hig. (forme conidienne : *Cylindrosporium prunophorae*) sur Pruniers (*P. domestica*, *P. americana*, *P. insititia* et *P. spinosa*) et *Coccomyces lutescens* Hig. sur *P. Mahaleb.*, *P. Virginiana* et

Fig. 1. — Feuille de Cerisier atteinte par l'Anthracnose.
*A gauche* : face supérieure. *A droite* : face inférieure.

*P. serotina*. En Wisconsin, Keitt distingue quatre formes, la première attaque *P. Cerasus*, *P. avium*, *P. Mahaleb* et *P. pennsylvanica*, la seconde *P. domestica*, la troisième *P. virginiana* et la quatrième *P. serotina*.

Le champignon que nous avons étudié en France est vraisemblablement *Coccomyces hiemalis* Hig. (forme conidienne : *Cylindrosporium hiemalis*).

Aux États-Unis, la maladie causée par ce champignon est considérée comme la plus grave de celles qui attaquent le Cerisier. Elle est désignée le plus souvent sous les noms de « Leaf spot », « Leaf blight », « Yellows », « Yellow leaf », « Shot-hole ».

En France, les dégâts furent jusqu'ici peu graves. Il nous a paru cependant intéressant d'étudier cette maladie dans nos conditions de milieu. Le présent travail, après une description des caractères de la maladie, donne les premiers résultats obtenus sur l'étude du parasite et des indications sur la sensibilité des variétés et sur les méthodes de traitements.

## II. Caractères de la maladie.

La maladie se manifeste par l'apparition de taches pourpres ou rougeâtres, d'abord petites, puis qui s'agrandissent et deviennent brunes. Sur certaines variétés les taches

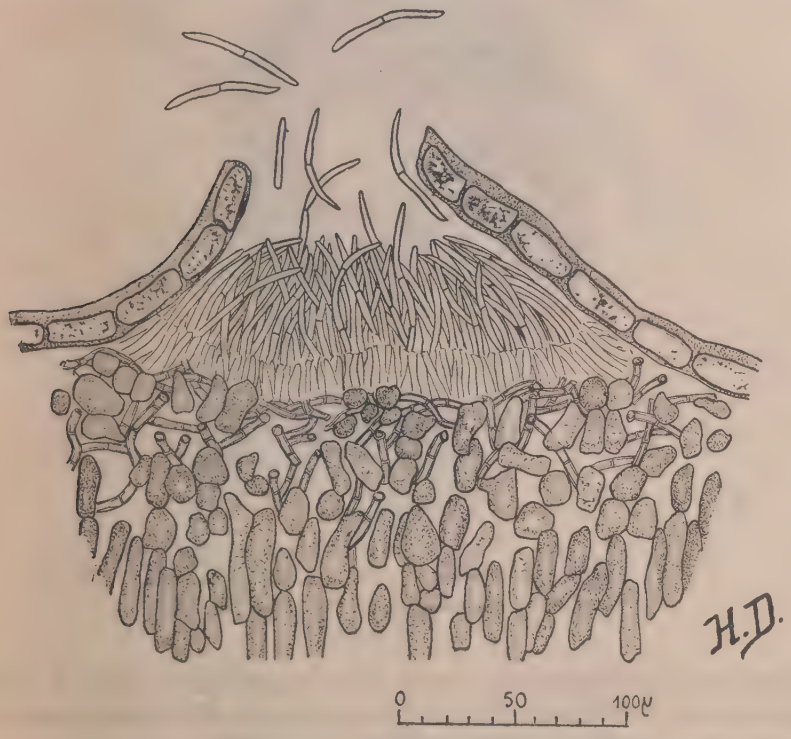



Fig. 2. — Forme conidienne d'été : acervule du *Cylindrosporium*.

restent entourées par une zone brun-rougeâtre, d'autre part des infections tardives demeurent parfois sous forme de petites taches pourpres. Les taches sont le plus souvent de forme polygonale. Elles peuvent être peu nombreuses ou suffisamment nombreuses pour confluer et former une large surface morte irrégulière. Pendant les périodes humides, des masses blanchâtres de spores (forme conidienne d'été) apparaissent au centre des taches, surtout à la face inférieure des feuilles. Aux États-Unis, on signale que souvent les tissus bruns morts se séparent des tissus vivants et tombent, laissant des perforations caractéristiques, d'où le nom de « shot hole ». Ici nous n'avons pas observé de perforations, vraisemblablement parce que dans tous les cas il s'agissait d'attaques tardives. D'autre part, les tissus sains, entre les lésions, prennent souvent un aspect

chlorotique. Les feuilles sérieusement atteintes tombent prématurément et les arbres souffrent de ces défeuillaisons hâtives.

Aux États-Unis, on a signalé aussi des attaques sur fruits et jeunes rameaux et des attaques sur pédoncules entraînant une mauvaise maturité des fruits. En France, rien de semblable n'a encore été remarqué.

Les dégâts causés par cette maladie, aux États-Unis, sont graves. Les premières lésions apparaissent généralement en mai ou juin et on trouve des arbres complètement défeuillés au début de juillet. Indépendamment de la mauvaise maturité des fruits, la chute

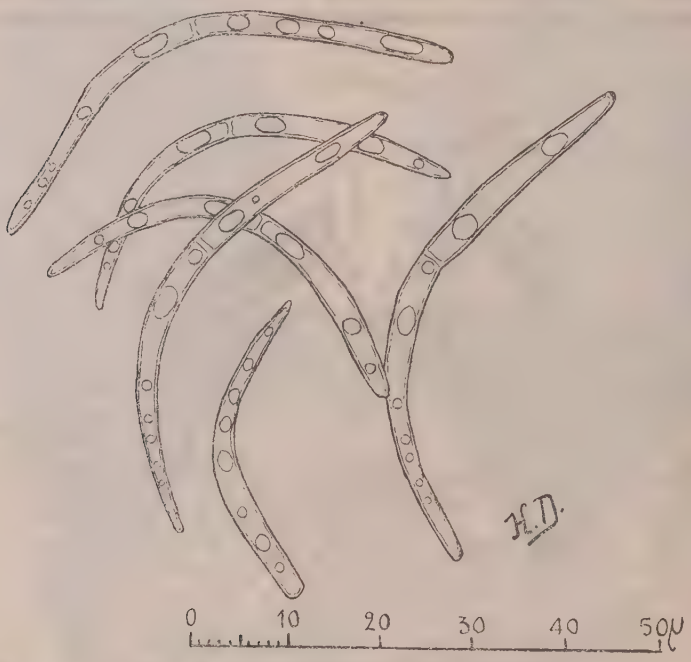



Fig. 3. — Forme conidienne d'été : conidies.

prématurée des feuilles diminue la résistance de l'arbre aux froids de l'hiver. C'est ainsi que, dans un cas, 40.000 jeunes Cerisiers périrent à la suite d'une forte attaque. Dans l'Ohio, en 1915, la perte fut évaluée à 25.000 livres sterling.

En France, jusqu'à présent, il semble que cette maladie n'ait pas causé de graves préjudices. Au cours des quatre années où nous avons suivi son évolution à Versailles, les étés furent secs et les premières attaques se manifestèrent tardivement : fin août-début septembre. Cependant, quelques arbres de variétés très sensibles étaient complètement défeuillés à la mi-septembre, soit plus d'un mois avant la date normale.

Le parasite demande une humidité assez forte pour évoluer et il est possible qu'au cours des années à étés pluvieux, la maladie apparaisse plus tôt et entraîne des dégâts importants.

### III. Étude du Parasite.

Le mycélium du champignon est cloisonné, intercellulaire, muni de suçoirs qui pénètrent dans la cellule hôte.

Le parasite a plusieurs organes de fructification mais, jusqu'ici, seule la forme conidienne d'été avait été signalée en France. Au cours de nos travaux, nous avons mis en évidence une forme microconidienne à spores bacillaires et une forme conidienne d'hiver. Nous étudions actuellement la formation, dans différentes conditions de milieu, des organes sexués du champignon.

Les conidies d'été sont les organes de propagation de la maladie; elles assurent les

Fig. 4. — Anthracnose du Cerisier.
Feuille attaquée prête à tomber.

contaminations secondaires au cours de la végétation. Cette forme de fructification est une Mélanconiée typique du genre *Cylindrosporium* ou mieux du genre *Phleospora*. Les acervules (fig. 2) se rencontrent généralement à la face inférieure de la tache où ils forment une légère protubérance visible à la loupe. Ces organes sont formés d'un stroma qui s'étend entre l'épiderme et le mésophylle. Les conidies naissent sur de courts conidiophores portés par le stroma. Lorsqu'elles sont en nombre suffisant, elles exercent une pression amenant une rupture de l'épiderme et sont alors expulsées en une masse

blanchâtre que l'on distingue facilement à l'œil nu. Les conidies sont hyalines, allongées, courbes ou flexueuses, généralement non cloisonnées à l'état jeune, munies d'une cloison, plus rarement de deux cloisons, lorsqu'elles sont arrivées à maturité. Elles mesurent 2,5 à 4$\mu$ de largeur et 45 à 65$\mu$ de longueur (fig. 3).

La production de ces conidies typiques du genre *Cylindrosporium* cesse environ à la fin de la période de végétation du Cerisier.

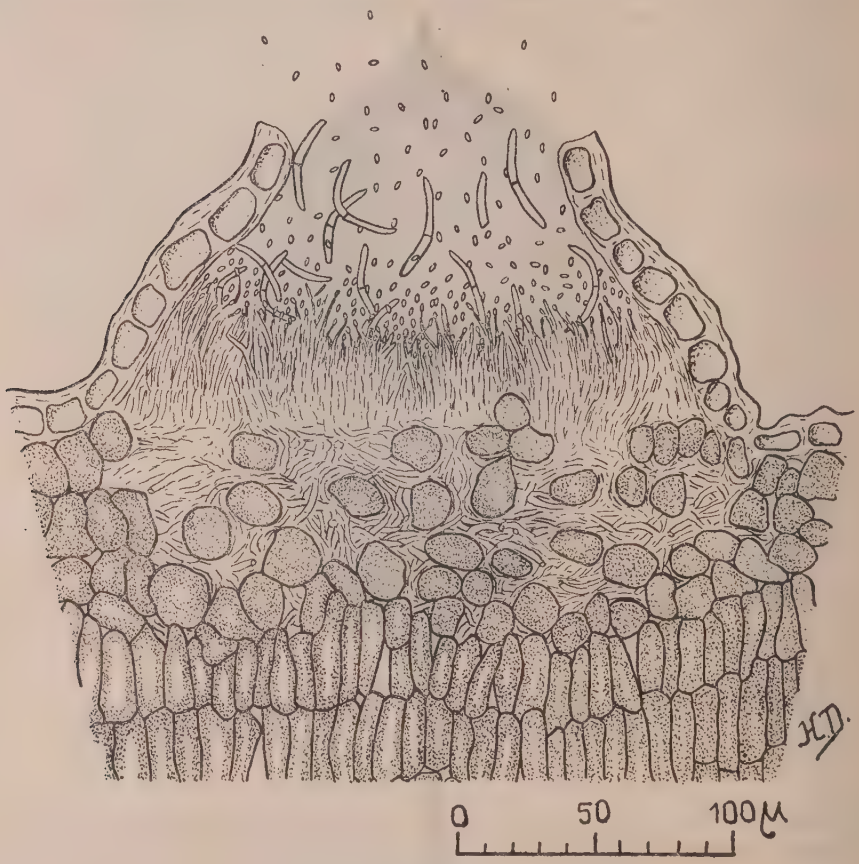



Fig. 5. — Forme microconidienne.

Fin septembre 1945, nous avons trouvé une deuxième forme de fructification. Dès que les feuilles commencent à jaunir, les taches noircissent et la masse blanchâtre de spores disparaît (fig. 4). Le même stroma qui a porté les conidies d'été, donne naissance à un grand nombre de microconidies (fig. 5 et 6). Ces spores sont unicellulaires hyalines et mesurent 1,5-2$\mu$ $\times$ 4-5$\mu$. Elles sont portées par des conidiophores hyalins, généralement divisés en plusieurs branches, dont la longueur dépasse rarement 30$\mu$.

Cette forme de fructification est vraisemblablement celle qui a été classée par Arthur en 1886 dans le genre *Phoma*.

Le rôle de ces microconidies est discuté. Backus (1934) pense qu'elles jouent un rôle dans la sexualité du champignon. Il a observé de nombreuses microconidies attachées à

un filament, qu'il considère comme un trichogyne, mais il n'a pu voir la fusion entre ces organes.

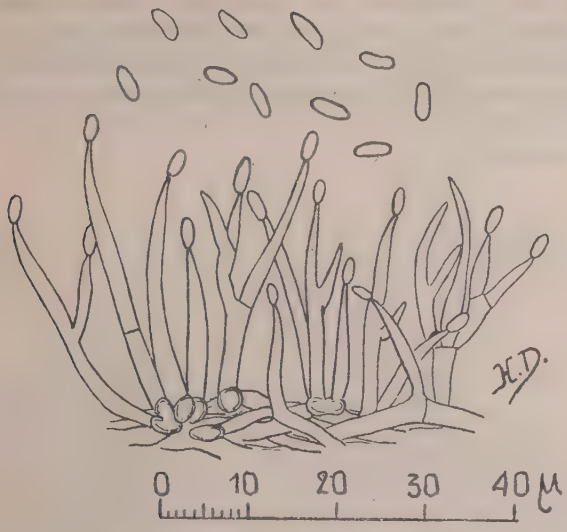



Fig. 6. — Microconidies et conidiophores.

La formation de microconidies chez des champignons du même groupe, ou de groupes voisins, semble fréquente. Nous avons trouvé récemment des spores bacillaires sur des

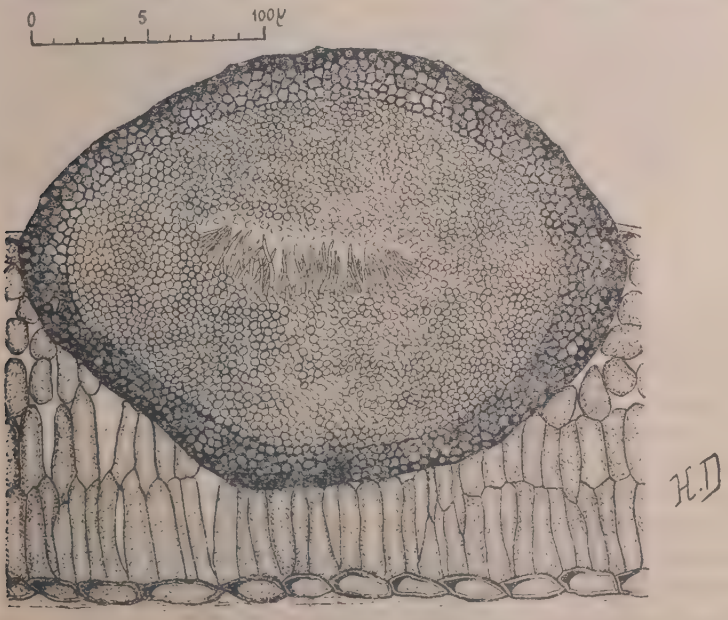



Fig. 7. — Forme conidienne d'hiver.
Pycnide en voie de formation (fin avril).

feuilles jaunes, prêtes à tomber, de Châtaignier atteint par *Cylindrosporium castanicolum* (Dem.) Berl., et de Cognassier atteint par *Entomosporium maculatum* Lev. Dans les deux

cas, comme pour le Cerisier, les microconidies prennent naissance dans l'acervule, sur le stroma ayant porté les conidies-types de la forme d'été.

Aux États-Unis, on a montré que la forme parfaite du champignon appartient au genre *Coccomyces*, famille des Phacidiacées. Les apothécies se forment au cours de l'hiver, sur les feuilles mortes dans lesquelles le champignon vit en saprophyte. Les asques, entremêlés de paraphyses, contiennent 8 ascospores hyalines, continues ou munies de 1 à 2 cloisons. Ces spores sont projetées au printemps, ou au début de l'été, et assurent les contaminations primaires.

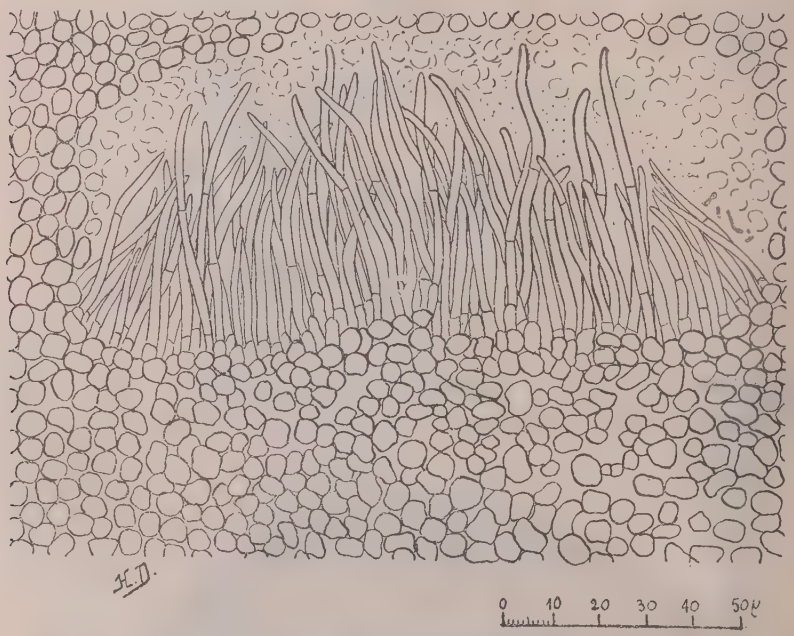



Fig. 8. — Forme conidienne d'hiver.
Conidies en voie de formation (fin avril).

On n'a pas encore trouvé ces organes de fructification en France. Mais au cours de l'hiver 1943-1944, nous avons suivi et étudié à Versailles la formation d'une forme conidienne d'hiver. Fin avril, l'ancien stroma de l'acervule s'était transformé en un organe globuleux, constitué par une masse de cellules arrondies, hyalines, entourée par une paroi de cellules foncées (fig. 7). Au milieu de l'organe, de longues conidies hyalines, portées par de courts conidiophores, commençaient à se différencier (fig. 8). A la mi-juin, ces organes atteignaient 250 à 300$\mu$ de diamètre; ils étaient presqu'entièrement remplis de spores, lesquelles étaient expulsées par un pore largement ouvert (fig. 9).

Ces conidies sont plus fines et plus allongées que celles de la forme d'été; elles sont aussi hyalines, flexueuses, munies le plus souvent d'une cloison et mesurent 2$\mu \times$ 50-85$\mu$. Elles sont effilées à une extrémité et tronquées du côté où elles étaient attachées au conidiophore (fig. 10).

Cette forme de fructification présente donc les caractères d'une pycnide renfermant des spores hyalines, allongées et cloisonnées.

Keitt a observé, en Amérique, la formation de conidies sur les apothécies, après la

projection des ascospores, dans un milieu très humide. Mais les conidies que nous avons trouvé sont nées dans des pycnides sur des feuilles où les apothécies ne s'étaient pas formées. Les feuilles avaient hiverné dans un sac placé contre un mur à l'exposition Sud, soit dans un milieu relativement chaud, car abrité des vents froids et bien exposé aux rayons solaires, et relativement sec, l'humidité du sol ne pouvant se faire sentir.

Cette forme conidienne a permis au champignon de se conserver au cours de l'hiver

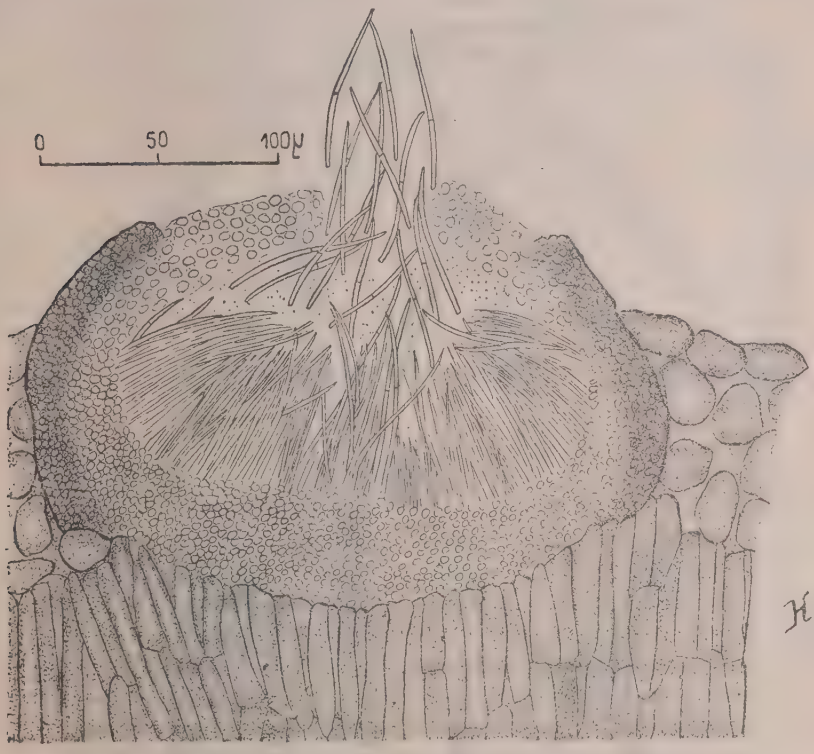



Fig. 9. — Forme conidienne d'hiver.
Pycnide à maturité (mi-juin).

et les conidies ont pu, à défaut d'ascospores, assurer les premières contaminations des feuilles de Cerisier l'été suivant.

### IV. Sensibilité des variétés.

Nous n'avons pas encore suffisamment d'observations pour en tirer des conclusions précises. Les notations sont parfois contradictoires. Il est vraisemblable que les arbres atteints l'année précédente sont plus infectés autant par suite d'une persistance des germes qu'à cause de la sensibilité spéciale des variétés.

Arnaud signale que les *Griottiers* se sont montrés les plus sensibles, ensuite le *Cerisier de Montmorency* et le *Bigarreau Napoléon*, tandis que le *Cerisier Anglaise Royale hâtive* et le *Guignier* ont été les moins atteints.

Viennot-Bourgin, d'après les premiers renseignements qu'il a recueillis, considère que

les *Bigarreaux*, les *Guignes* et même le *Merisier* sont les plus attaqués. Par contre, les variétés *Anglaise Royale* et *Montmorency* paraissent beaucoup moins atteintes.

A Versailles, nous avons noté l'intensité de la maladie sur quelques variétés au cours des années 1943, 1944 et 1945. Dans un verger, la variété *Montmorency* a été la plus

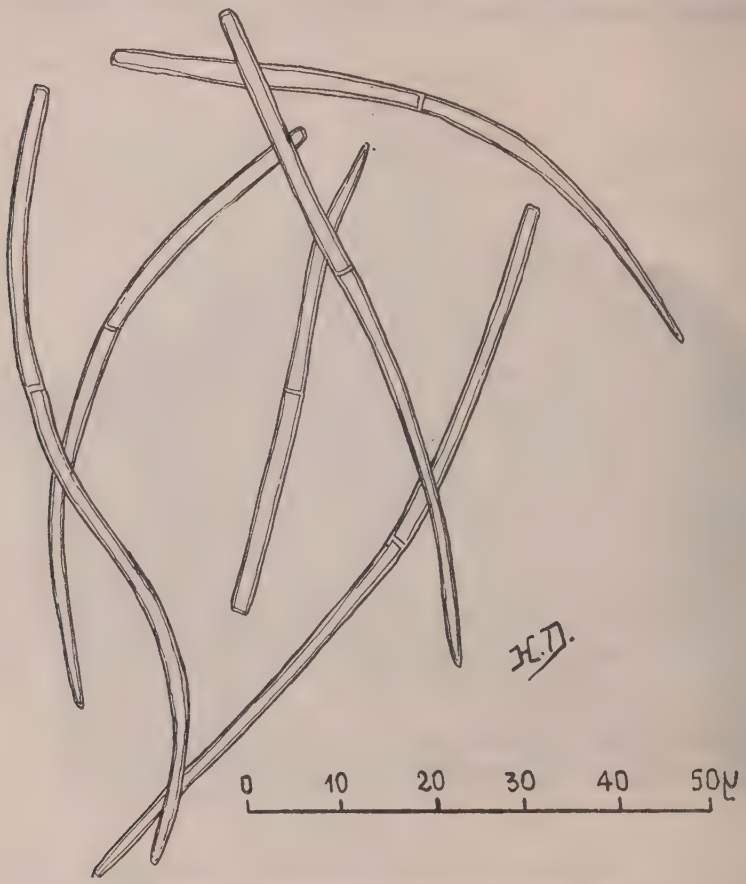



Fig. 10. — Forme conidienne d'hiver : conidies.

touchée chaque année, puis viennent dans l'ordre *Bigarreau Jaboulay*, *Bigarreau Napoléon* et *Guigne*. Une variété encore indéterminée s'est montrée résistante.

Le tableau ci-contre donne, pour ces variétés, le pourcentage de feuilles tombées sous l'influence du parasite au 27 septembre et au 10 octobre 1945.

| VARIÉTÉS | POURCENTAGE DE FEUILLES TOMBÉES. 27 SEPTEMBRE. | 10 OCTOBRE. |
|---|---|---|
| *Montmorency* | 99 | 100 |
| *Bigarreau Jaboulay* | 55 | 80 |
| *Bigarreau Napoléon* | 30 | 40 |
| *Guigne* | 15 | 35 |
| Variété indéterminée | 0 | 0 |

Dans un autre verger, des observations effectuées en septembre 1945 nous ont permis de constater que les branches inférieures et celles orientées au Nord et au Nord-Ouest étaient les premières atteintes. Elles pouvaient être entièrement défeuillées alors que les feuilles des branches situées dans la partie moyenne de l'arbre et exposées au Sud ou au Sud-Est étaient peu touchées.

Les variétés *Bigarreau de Montauban* et *Bigarreau Pelissier* se sont montrées ici les plus sensibles, suivies de près par *Montmorency à courte queue*, tandis que les variétés *Guigne, Early Rivers* et *Guigne noire de Montreux* n'ont pas été atteintes.

Les notations de l'intensité des attaques, effectuées le 27 septembre 1945, sont résumées dans le tableau ci-après :

| VARIÉTÉS. | NOTE (1) DE L'INTENSITÉ DES ATTAQUES au 27-9-1945. |
|---|---|
| *Bigarreau de Montauban* | 8 |
| *Bigarreau Pélissier* | 8 |
| *Montmorency à courte queue* | 6 |
| *Guigne Early Rivers* | 0 |
| *Guigne noire de Montreux* | 0 |

(1) La note 10 caractérise une variété très touchée, complètement défeuillée, et la note 0 une variété indemne.

## V. Méthodes de lutte.

Il est utile de ramasser et de détruire les feuilles mortes de Cerisier, dans lesquelles hiverne le parasite. Mais cette mesure ne peut suffire à elle seule pour combattre la maladie, car il n'est pas possible de la réaliser d'une façon parfaite. Nous avons dit cependant que l'intensité de la maladie dépendait pour une grande part de la quantité de germes ayant hiverné à la base de l'arbre ; les spores ne semblent pas être transportées à de grande distance ; il s'ensuit que cette méthode de lutte présente un intérêt et ne doit pas être négligée. Elle ne constitue pourtant qu'une mesure complémentaire à des traitements préventifs par pulvérisations ou poudrages effectués en cours de végétation.

Les bouillies cupriques et la bouillie sulfocalcique sont efficaces.

En Amérique, la bouillie bordelaise à 0,6 ou 0,8 p. 100, le phosphate de cuivre, l'oxychlorure de cuivre, l'oxyde cuivreux, ont donné de bons résultats. Mais la bouillie bordelaise peut causer des dégâts sur fruits et sur feuilles, surtout dans les régions humides. La bouillie sulfocalcique est généralement d'efficacité inférieure mais les risques de brûlures sont moindres.

En France, la bouillie bordelaise à 1 p. 100 nous a donné d'excellents résultats.

L'époque et le nombre de traitements dépendent des conditions climatiques et de la biologie du parasite.

En Amérique, on conseille généralement quatre traitements :

1° Juste après la chute des pétales ;
2° Dix à quatorze jours après le premier ;
3° Dix à quatorze jours après le second ;
4° Juste après la récolte.

En France, Arnaud, en 1942, a efficacement combattu la maladie par un traitement à la bouillie bordelaise à 1 p. 100, effectué le 8 mai, bien après la floraison.

Par contre, en 1945, un seul traitement, effectué en mai, s'est révélé insuffisant. Nous avons observé, en effet, des attaques tardives sur les arbres traités.

En 1943, nous avons obtenu une protection parfaite par l'application de deux pulvérisations à la bouillie bordelaise à 1 p. 100, effectuées le 9 mai et le 16 juin.

## VI. Résumé et Conclusions.

L'Anthracnose du Cerisier n'a pas causé de graves dégâts en France, depuis son apparition en 1942, car les étés secs de ces dernières années ont nui à son évolution.

Nos premières recherches ont permis de mettre en évidence, à côté de la forme conidienne estivale, une forme microconidienne dont le rôle est mal connu, et une forme conidienne d'hiver qui peut assurer la conservation du parasite d'une année à l'autre. La forme parfaite du champignon n'a pas encore été trouvée.

Il existe des différences très marquées dans la sensibilité des variétés. Une variété encore indéterminée s'est montrée résistante.

Les pulvérisations à la bouillie bordelaise à 1 p. 100 sont efficaces. L'époque et le nombre des traitements dépendent des conditions climatiques.

L'étude de la biologie du parasite en fonction des facteurs du milieu fera l'objet d'un prochain mémoire.

## BIBLIOGRAPHIE

1884. Karsten (P. A.). — Symbolae ad Mycologicam Fennicam XV. (*Medd. Soc. pro Fauna et Flora Fennica*, XI, 1884, p. 159.)

1887. Arthur (J. C.). — Report of the Botanist. (*N. Y.* (*Geneva*), *Agr. Exp. Sta.*, *Rept.* V, p. 259-296, 1887.)

1894. Fairchild (D. G.). — Bordeaux mixture as a fungicide. (*U. S. Dept. Agr. Div. Veg. Path. Bull.* VI, p. 1-55. 1894.)

1896. Beach (S. A.). — Part I. Plum Leaf Spot. Part II. Cherry Leaf Spot and Fruit Rot. (*N. Y.* (*Geneva*) *Agr. Exp. Sta.*, *Bull. 98*, p. 1-17, 1896.)

1897. Beach (S. A.). — Treatment of Leaf Spot in Plum and Cherry Orchards in 1896. (*N. Y.* (*Geneva*) Agr. *Exp. Sta.*, *Bull. 117*, p. 133-141, 1897.)

1901. Aderhold (R.). — Über die Sprüh- und Dürrfleckenkrankheiten (Syn. Schusslöcherkrankheiten) des Steinobstes. (*Landw. Jahrb.*, XXX, p. 771-830, 1901.)

1904. Pammel (L. H.). — Some unusual fungus diseases in Iowa during the Summer of 1903. (*Proc. Soc. Prom. Agr. Sci.*, XXV, p. 144-156, 1904.)

1909. Wilcox (E. M.) and Stone (R. E.). — Directions for the control of Nebraska plant diseases. (*Nebraska Agr. Exp. Sta.*, *Rept.* XXII, p. 22-63, 1909.)

1913. Higgins (B. B.). — The perfect stage of Cylindrosporium on Prunus avium. (*Science*, XXXVII, p. 637-638, 1913.)

1914. Higgins (B. B.). — Contribution to the life history and physiology of Cylindrosporium on stones fruits. (*Amer. Journ. Bot. I*, I, p. 145-173, 1914.)

— Stewart (V. B.). — The Yellow-Leaf disease of Cherry and Plum in nursery stock. (*Cornell Agric. Exp. Stat. Circ.*, XXI, p. 1-10, 1914.)

1915. Stewart (V. B.). — Some important leaf diseases of nursery stock. (*N. Y.* (*Cornell*) *Agr. Exp. St. Bull.* 358, p. 167-226, 1915.)

1917. Keitt (G. W.). — Second progress report on investigations of Leaf Spot of Cherries and Plums in Wisconsin .(*Phytopathology*, 1917, p. 75.)

1918. Keitt (G.W.). — Control of Cherry Leaf Spot in Wisconsin. (*Wis. Agr. Exp. Sta., Bull.* 286, 11 p., 1918.)

— Keitt (G. W.). — Inoculation experiments with species of Coccomyces from stone fruits. (*Journ. Agr. Res.*, XIII, p. 539-569, 1918.)

— Keitt (G. W.). — Third progress report on investigations of Leaf Spot of Cherries and Plums in Wisconsin. (*Phytopathology*, 1918, p. 72.)

1919. Roberts (J. W.) and Pierce (L.). — Control of Cherry Leaf Spot. (*U. S. Dept. Agr. Farmers'*, *Bull.* 1053, 8 p., 1919.)

1922. Dutton (W. C.) and Johnston (S.). — Dusting and spraying experiments of 1920 and 1921. (*Michigan Agr. Exper. Stat. Special Bull.* 115, 54 p., 23 fig., 1922.)

1924. Dutton (W. C.). — Cherry diseases and their control. (*Amer. Fruit Grower*, XLIV, 2, p. 6, 13, and 24, 3 fig., 1924.)

— Dutton (W. C.) and Wells (H. M.). — Some physiological effects of Bordeaux. (*Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 1923*, p. 277-281, 1924.)

— Keitt (G.W.) and Jones (L. K.). — Seasonal development and control of Apple Scab and Cherry Leaf Spot in relation to environment. (*Phytopath*, XIV, p. 36, 1924.)

1925. Keitt (G. W.) and Jones (L. K.). — Further studies on the seasonal development and control of Apple Scab and Cherry Leaf Spot. (*Phytopath*, XV, p. 57-58, 1925.)

— Dutton (W. C.) and Wells (H. M.). — Cherry Leaf Spot, residual effects and control. (*Michigan Agr. Exp. Stat. Special Bull.*, 147, 15 p., 1925.)

1925. Stevens (F. L.). — Plant disease Fungi, 1925, p. 117.

1926. Heald (F. D.). — Manual of plant diseases. (*Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York* and *London*, 891 p., 1926.)

— Overholts (L. O.). — Mycological notes for 1924. (*Mycologia*, XVIII, p. 31-38, 1 pl..2 fig., 1926.)

1927. Keitt (G. W.). — Studies of Apple scab and Cherry Leaf Spot infection under controlled conditions. (*Phytopath.*, XVII, I, p. 45, 1927.)

1928. Bradford (F. C.). — Cherry trees defoliated by Leaf Spot. Future fruit crops threatened by failure of trees to store food. (*Quart. Bull. Michigan Agric. Expert. Stat.*, XI, I. p. 7, 1928.)

— Cunningham (H. S.). — A study of the histologic changes induced in leaves by certain spotting Fungi. (*Phytopath.*, XVIII, p. 717-751, 1928.)

1929. Crosby (C. R.), Mills (W. D.) and Blauvelt (W. E.). — Protecting Orchard Crops from Diseases and Insects. (*Cornell Un. Agr. Exp. Sta. Bull.* 498, 82 p., 1929.)

— Gardner (M. W.). — Indiana plant diseases, 1927. (*Proc. Indiana Acad. Sci.*, XXXVIII (1928), p. 143-157, 4 fig., 1 graph., 1929.)

— Howitt (J. E.). — Cherry Leaf Spot and Apple Scab. (*Sixtieth Ann. Rept. Fruit Growers' Assoc. of Ontario, 1928*, p. 46-50, 1929.)

— Wilson (E. E.) and Keitt (G.W.). — The effect of sprays on the weight of Cherry fruit. (*Phytopath.*, XIX, p. 88, 1929.)

1930. *Forty-third Annual Report of the Agricultural Experiment Station of Nebraska*, 52 p., 1930.)

— Bliss (D. E.). — Control of yellow-leaf disease of Cherries. (*Phytopath.*, XX, I, p. 123, 1930.)

— Elmer (O. H.). — Leaf diseases of Cherry. (*Bienn. Rept. Kansas State Hort. Soc.*, XL (1928-1929), p. 109-113, 1930).

— Philp (G. L.). — Cherry culture in California. (*California Agric. Extens. Ser. Circ.*, XXXVI, 42 p., 17 fig., 2 diag. 1 map. 1930).

— Smith (M. A.). — The control of certain fruit diseases with flotation sulphurs. (*Phytopath.*, XX, p. 535-553, 1930.)

1931. Arnaud (G. et M.). — Traité de Pathologie végétale. (*Paris 1931*, p. 1325-1327 et 1407-1408.)

— Talbert (T. J.) and Swartwout (H. G.). — Spraying investigations. (*Missouri Agri. Exper. Stat Bull.*, 301, 16 p., 5 fig., 1931.)

1934. Backus (M. P.). — Initiation of the ascocarp and associated phenomena in Coccomyces hiemalis (*Contrib. Boyce Thompson Inst.* VI, p. 339-379, 1934.)

1935. Magie (R. O.). — Variability of monosporic cultures of Coccomyces hiemalis. (*Phytopath.*, XXV, 1, p. 26-27 et XXV, 2, p. 131-159, 6 graph., 1935.)

1936. Keitt (G. W.), Blodgett (E. C.) and Magie (R. O.). — Progress of studies of the epidemiology and control of Cherry leaf spot. (*Phytopath*, XXVI, p. 97, 1936.)

1937. Cation (D.), Rasmussen (E. J.). — Comparisons of some old and new materials for spraying Cherriesf (*Quart. Bull. Mich. Agric. Exp. Sta.*, XIX, 3, p. 123-142, 9 fig. ,1937.)

— Keitt (G. W.), Blodgett (E. C.), Wilson (E. E.) and Magie (R. O.). — The epidemiology and control of Cherry leaf spot. (*Res. Bull. Wis. Agric. Exp. Sta.* 132, 117 p., 7 fig., 21 graph., 1937.)

1938. Cation (D.) and Robertson (C. W.). — Basicop as a Cherry spray. (*Quart. Bull. Mich. Agric. Exp. Sta.*, XX, 4, p. 199-210, 4 fig., 1 graph., 1938.)

— Kadow (K. J.) and Anderson (H. W.). — The value of new copper sprays as fungicides for the control of Apple blotch, Cherry leaf spot, and Apple scab, 1937. (*Phytopath.*, XXVIII, 4, p. 247-257, 2 fig., 1 graph., 1938.)

— Schneiderhan (F. J.). — Control of Cherry leaf spot in West Virginia. (*Bull. W. Va Agric. Exp. Sta.* 288, 13 p., 5 fig., 1938.)

1939. Robertson (C. W.) and Cation (D.). — Basicop as a Cherry spray in 1938. (*Quart. Bull. Mich. Agric. Exp. Sta.*, XXI, 4, p. 291-295, 1 fig., 1939.)

— Wean (R. E.). — Leaf-spot of Black Cherry. (*Proc. Ind. Acad. Sci. 1938*, XLVIII, p. 48-49, 1 fig., 1939.)

1940. Anderson (H. W.). — Recent developments on eradicant sprays. (*Trans. Ill. Hort. Soc.*, LXXIII, (1939), p. 235-247, 1940.)

— Daines (R. H.). — A new copper spray for Cherry leaf spot control. (*Hoosier Hort.*, XXII, 7, p. 105-107, 1940.)

— Murphy (L. M.). — The effect of certain fungicides on the photosynthetic activity of Sour Cherry leaves. (*Proc. Amer. Soc. Hort. Sc.*, XXXVII, p. 375-378, 1940.)

— Rasmussen (E. J.). — The effect of several spray materials on the size, color, and per cent. solids of the fruit of the Montmorency Cherry. (*Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, XXXVII, p. 367-370, 1940.)

— Siegler (E. A.) and Bowman (J. J.). — Propàgation of Sour Cherries by piece-root grafting to avoid spraying seedling stocks for leaf spot. (*Phytopath.*, XXX, 10, p. 873-876, 1940.)

1941. Hartmann (H. T.). — Tests with new copper fungicides with special reference to injury, tenacity to foliage, and dwarfing effect. (*Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, XXXVIII, p. 148-152, 1941.)

1941. Thurston (H. W.), Taylor (C. F.), Groves (A. B.) and Miller (H. J.). — Interstate cooperative experiments on field spraying of sour Cherries. (*Phytopath.*, XXXI, 11, p. 1047-1050, 1941.)

1942. Arnaud (G.). — Les maladies des plantes horticoles. (*Le Bon jardinier*, 15$^{e}$ édition sous presse; *mémoire* déposé en 1942.)

— Palmiter (D. H.) and Hamilton (J. M.). — Fermate new Du Pont fungicide. (*Agr. News Lett.*, X, 3, p. 57-58, 1942.)

1943. Divisions of plant Pathology an Seed Investigations. (*Rep. N. Y. St. Agr. Exp. Sta. 1941-1942*, p. 52-60, 75-79, 1943.)

1944. Viennot-Bourgin (G.). — Un nouveau parasite des feuilles du Cerisier : l'Anthracnose. (*Rev. Hort.*, n° 2108, p. 37, 16 mars 1944.)

— Viennot-Bourgin (G.). — Études de quelques champignons parasites nouveaux : *Coccomyces hiemalis Higgins*, forme conidienne : *Cylindrosporium hiemale Higg.* (*Ann. Éc. Nat. Agr. Grignon*, série 3, t. 4, p. 237-241, 1944.)

— Darpoux (H.). — Actualités de Pathologie végétale : une maladie nouvelle du Cerisier. (*Rapport réunion interservice, Rech. agron.* et *Protection des Végétaux*, 20 déc. 1944.)

# ESSAIS DE LUTTE CONTRE LA CARIE DU BLÉ

## (*Tilletia tritici* (*Bjerk.*) *Wint.*)

## EN 1943 ET 1944

par M. Lansade,

Chef de travaux à la Station Centrale de Pathologie végétale.

SOMMAIRE.

I. Introduction. Les travaux effectués à la Station Centrale de Pathologie végétale.

II. Essais de produits anti-carie en 1943 et 1944.

*a*. But et conditions générales des essais.

*b*. Doses limites d'efficacité et d'emploi du sulfate de cuivre, du nitrate de cuivre (en bouillie) et du formol.

*c*. Essais de produits nouveaux.

*d*. Observations sur divers composés.

III. Résumé et conclusions.

## I. Introduction.

### *Essais effectués à la Station centrale de Pathologie végétale.*

La Carie du Blé et son traitement ont fait l'objet de nombreux travaux depuis 150 ans. Il n'est pas possible d'en donner ici même un résumé ; il ne sera question que des études faites à la Station centrale.

Depuis une quinzaine d'années, la Station centrale de Pathologie végétale s'est attachée à l'étude de la Carie du Blé en vue de résoudre le problème de la lutte contre cette maladie ; pendant longtemps, M. Arnaud et Mlle Gaudineau se sont consacrés à cette tâche ;

Arnaud (G.). — Essais de traitement de la Carie du Blé. *Compte rendu de l'Académie d'Agriculture de France*, tome XV, p. 844, 1929.

ils ont apporté une très large contribution à la connaissance de cette affection et des moyens de défense à lui opposer. Ce sont les résultats de leurs intéressants travaux que nous voudrions résumer dans cette courte introduction avant de présenter nos propres essais.

Les recherches ont été engagées dans deux voies distinctes : d'une part, on s'est proposé de mettre au point des méthodes de désinfection des semences à la fois efficaces et adaptées aux conditions locales et, d'autre part, on a entrepris l'étude de différentes questions d'ordre biologique ayant un intérêt scientifique et agronomique.

Dès 1928, pour répondre à la question posée par l'Académie d'agriculture de France de « savoir si les traitements à sec valent les traitements liquides » de nombreux essais sont réalisés en vue de comparer l'efficacité des produits utilisés en poudre à celle des solutions anticryptogamiques habituelles à base de sulfate de cuivre. On a donc mis en parallèle des poudres : acétate neutre de cuivre, carbonate de cuivre, oxychlorure de cuivre, bioxyde noir de cuivre, chlorure cuivreux, et des solutions : solutions simples de sulfate de cuivre, bouillie bordelaise, fluosilicate de cuivre, sels de mercure... Les résultats obtenus montrent que, dans l'ensemble, les poudres cupriques sont un peu inférieures aux solutions, que l'oxychlorure de cuivre, en poudrage, donne les meilleurs résultats et l'on estime que l'emploi des produits à l'état pulvérulent est susceptible de donner satisfaction, au moins dans le cas de semences peu contaminées.

De nouveaux essais réalisés en 1930, 1931 et 1932 ont confirmé ces faits et apporté des compléments d'information sur l'efficacité de formol, de la bouillie bordelaise, des composés organo-mercuriques, si bien qu'en 1932, après quatre ans d'essais M. Arnaud et Mlle Gaudineau pouvaient déjà formuler les conclusions précises que nous rapportons :

« Si l'on choisit les meilleurs produits pour les deux procédés, trempages et poudrages, il n'y a pas de différence essentielle dans les résultats, excellents, que l'on obtient en particulier avec les produits suivants :

*Trempage :*

*a.* Formol à 0,25 p. 100, pendant vingt minutes ;

*b.* Sulfate de cuivre à 0,5 p. 100 pendant une heure, puis chaux en poudre ;

*c.* Bouillie bordelaise caséinée à 2 p. 100 de sulfate de cuivre, précédée de lavages à l'eau.

*Poudrages :*

(A 200 grammes de poudre pour 100 kilogrammes de blé) :

*d.* Chlorure cuivreux ;

*e.* Oxychlorure de cuivre (paraît un peu inférieur au précédent »).

Ultérieurement, à partir de 1934-1935, Mlle Gaudineau oriente son travail vers l'étude de produits anticryptogamiques nouveaux ; un grand nombre de corps du groupe des

Arnaud (G.) et Gaudineau (Mlle M.). — Le traitement de la Carie du Blé. *Annales de la Science agronomique*, nov.-déc. 1929 et janv.-fév. 1930, 75 pages, 5 figures.

Arnaud (G.) et Gaudineau (Mlle M.). — Le traitement de la Carie du Blé (1929-1930). *Compte rendu de l'Académie d'Agricultur de France*, tome XVI, p. 1029, 1930.

Arnaud (G.) et Gaudineau (Mlle M.). — Le traitement de la Carie du Blé II. *Annales agronomiques*, p. 61-81, janv.-fév. 1931.

Gaudineau (Mlle M.). — La Carie du Blé en 1932-1933. *Revue de Pathologie végétale et d'Entomologie agricole*, tome XXI, fasc. 1, janvier-mars 1934.

Guyot (A.-L.). — De l'action de quelques désinfectants de la semence contre la Carie du Blé (Tilletia Caries). *Revue de Pathologie végétale et d'Entomologie agricole*, octobre 1928.

Arnaud (G.) et Gaudineau (Mlle M.). — Le traitement de la Carie du Blé (1930-1931 et 1931-1932). *Revue de Pathologie végétale et d'Entomologie agricole*, fasc. 4-5, avril-mai 1933.

Matières colorantes sont comparés à des produits utilisés à l'ordinaire pour la désinfection des semences et l'on enregistre des résultats assez satisfaisants avec certains d'entre eux : *Orangé II, Violet cristallisé, vert malachite*; les dérivés des phénols et des naphtols, notamment le *Chloronaphtol* et le *Bromonaphtol* ont montré une efficacité assez élevée, mais toutefois inférieure à celle du formol et de la bouillie bordelaise [1].

Parallèlement à ces travaux sur les produits anticarie, Mlle Gaudineau poursuit des recherches expérimentales sur la biologie du parasite : étude de l'influence de différents facteurs sur l'infection, comportement des variétés de blé, problème des races biologiques. Nous ne pouvons qu'indiquer, sommairement, les résultats obtenus par Mlle Gaudineau.

L'infection par la Carie augmente, en général, dans les semis faits au début de l'automne, atteint un maximum pour les semis du 15 octobre au début de décembre, puis décroît pendant la période froide pour accuser un nouveau maximum entre le 15 février et le 1er mars ; l'intensité diminue ensuite sur les blés semés à la fin de l'hiver, les semis de printemps sont généralement moins atteints et l'on est amené à considérer comme années normales pour la région, celles qui présentent ce caractère d'une infection d'automne supérieure à celle du printemps.

Les blés *Red Hussar, Martin Amber* et *Ridit* se sont montrés très résistants. Parmi les variétés utilisées dans la pratique, il n'en est cependant pas qui offrent une résistance suffisante pour qu'on puisse songer à supprimer la désinfection des semences. Au nombre des plus résistants nous citerons certaines des variétés étrangères telles que *Garnet 652, Baulmes, Bankunterweizen 118*. La plus grande résistance a été remarquée chez d'autres espèces de *Triticum*, telles que *T. monococcum* et *T. durum*.

La comparaison des populations de Caries de diverses provenances françaises et étrangères a permis à Mlle Gaudineau de mettre en évidence la plus grande virulence de l'origine *Versailles*, d'une part, *Cosel* et *Breslau* d'autre part.

Mlle Gaudineau a établi que la virulence de ces dernières Caries se maintient pendant des années hors du lieu d'origine ; de plus elle a pu constater la possibilité d'une influence sélective de l'hôte, c'est-à-dire qu'un blé résistant, tel que *Red Hussar* pouvait isoler, dans la Carie d'origine *Cosel*, une lignée plus virulente pour Red Hussar et les blés sensibles tels que *Bon Fermier* et *Hérisson*.

Ce fait doit être pris en considération dans le choix des variétés résistantes et leur introduction dans les régions ou dans les pays différents de leur lieu d'obtention.

## II. Essais de produits antie-carie en 1943 et 1944.

### a. *But et conditions générales des essais.*

Nous avons continué en 1943 et 1944, les essais commencés en 1941 et 1942 [2] dans le but de rechercher, parmi les corps de la série organique, des composés suscep-

[1] Les résultats détaillés des essais concernant ces produits et obtenus par Mlle Gaudineau, n'ont pas été publiés.
Rapport sommaire sur les travaux accomplis dans les laboratoires en 1934 et 1935. *Annales des Epiphyties* N. S., tome II, p. 396, 1936.
Rapport sommaire sur les travaux accomplis dans les laboratoires en 1936. *Annales des Epiphyties* N. S., tome III, 1937, p. 266.
Gaudineau (Mlle M.). — Sur quelques facteurs de l'infection du blé par la Carie. *Annales des Epiphyties*, tome XVIII, fasc. 5, p. 340-355, sept.-oct. 1932.
Petit (Albert). — Traitement des semences de blé contre la Carie. Sélection de variétés résistantes. *Revue de Pathologie végétale et d'Entomologie agricole*, tome XVIII, fasc. 2, février 1931.

[2] Arnaud (G.). — La Carie du blé. Questions d'hier et d'aujourd'hui. *Compte rendu de l'Académie d'Agriculture de France*, séance du 1er septembre 1943 et *Annales des Epiphyties* N. S., tome X, p. 1-9, 1944.

tibles de remplacer ou d'économiser des produits reconnus efficaces depuis longtemps mais devenus rares (cuivre, formol). Nous avons été amené, d'une part à préciser les doses limites d'efficacité et d'emploi des produits recommandés (sulfate de cuivre, formol) ou susceptibles d'être utilisés et, d'autre part, à poursuivre la sélection de produits efficaces nouveaux.

Nous avons adopté, sans modifications essentielles, la méthode suivie à la Station centrale de Pathologie végétale. Elle consiste à faire agir les produits à essayer—liquides ou poudres—sur des grains préalablement contaminés par des spores de Carie dans la proportion de 0 gr. 4 par kilogramme de blé. Les grains sont semés en pleine terre, en parcelles de 2 mètres carrés répétées deux fois. La densité du semis correspond à l'emploi de 200 kilogrammes de semence à l'hectare.

A la récolte tous les épis sont recueillis et dénombrés. On interprète les résultats en se basant sur les pourcentages d'épis cariés et l'on admet qu'un produit efficace ne doit pas laisser plus de 3 à 4 pour mille d'épis malades.

La variété utilisée couramment est la variété *Bon Fermier*, assez sensible à la Carie; cependant en 1944-1945, en raison de la mauvaise levée des semis d'automne, conséquence de l'état physique du sol en novembre et décembre, nous avons dû refaire un semis en *février* avec un autre blé, le *Vilmorin 27*. Cette dernière variété a été plus atteinte que la variété *Bon Fermier* semée en décembre.

En règle générale, sauf indications contraires, nous avons adopté une durée d'immersion uniforme de 20 minutes dans un volume de liquide quadruple de celui du grain et les poudrages ont utilisé 200 grammes de poudre pour 100 kilogrammes de grain.

Les résultats détaillés des essais de ces deux dernières années sont consignés dans des tableaux qui n'appellent que de brefs commentaires.

b. *Doses limites d'efficacité et d'emploi du sulfate de cuivre, du nitrate de cuivre et du formol.*

Pour savoir si le nitrate de cuivre utilisé comme désherbant pouvait convenir au traitement des semences, ce corps a été comparé, à égalité de cuivre métal, au sulfate de cuivre, l'un et l'autre en solution neutralisée par la chaux [1].

En ce qui concerne le formol, produit très efficace, on sait que, dans certains cas, il peut abaisser d'une façon plus ou moins marquée la faculté germinative des semences, aussi avons-nous cherché à préciser les modalités de son emploi en notant son action sur la Carie et, éventuellement, ses effets dépressifs sur la végétation. Nous avons effectué des traitements au moyen de solutions de concentrations diverses (de 0,1 à 1 p. 100 de la solution commerciale à 35 p. 100 d'aldéhyde formique) avec des durées d'action de vingt minutes ou de une heure; on a encore envisagé le cas de grains séchés avant le semis ou de semis différés de vingt-quatre ou quarante-huit heures.

Les résultats obtenus montrent :

1° Qu'à égalité de cuivre-métal, le nitrate et le sulfate de cuivre ont à peu près la même efficacité et que la concentration minimum active, en bouillie neutre, pour une durée de trempage de vingt minutes, est de l'ordre de 1,5 p. 100.

Comme semble le montrer nos essais de 1944, le sulfate de cuivre en solution simple serait encore efficace à la concentration de 0,125 p. 100.

2° Que le formol, efficace à partir de la concentration 0,25 p. 100, ne paraît devenir nocif qu'à la dose de 1 p. 100 et particulièrement dans le cas de semis différés ou de

[1] $SO^4Cu, 5\,H^2O = 25,4$ o/o Cu;
$(NO^3)^2Ca, 6\,H^2O = 21,5$ o/o Cu.

grains séchés. A cette dose, il provoque des dégâts importants; d'après celà, le produit frais laisserait encore une assez grande latitude dans son emploi.

### c. *Essais de produits nouveaux.*

Parmi les nombreux produits utilisés en 1943 et 1944, nous devons souligner l'intérêt d'un dérivé du benzène, l'*hexachlorobenzène* [1] [2].

En 1943 le produit a été employé sous la forme liquide, en suspension dans l'eau, aux concentrations 2, 6 et 20 pour dix mille et en poudres renfermant 25 ou 50 p. 100 de produit pur; il a donné de bons résultats, en trempage, à la concentration la plus forte et en poudrage aux concentrations choisies.

Étant donné que ce produit peut renfermer une fraction de *pentachlorobenzène* (environ 5 p. 100) et des traces de *tétrachlorobenzène*, il était important de connaître l'efficacité de ces autres dérivés. Ils ont été soumis aux essais en 1944-1945 en même temps que des poudres à teneurs plus faibles en hexachlorobenzène (15 et 10 p. 100); il ressort de ces essais que le *pentachlorobenzène*, en poudrage, se montre actif pour une teneur minimum de 50 p. 100 et que le tétrachlorobenzène est insuffisant. On voit, de plus, que les poudres ne renfermant que 15 ou 10 p. 100 d'hexachlorobenzène sont très actives. Nous n'avons pas atteint la dose limite d'efficacité, mais nous pouvons déjà admettre que ce produit, doué d'une efficacité certaine, présente une marge de sécurité assez étendue et qu'il est susceptible de rendre des services dans la lutte contre la Carie.

L'emploi de ce produit dans la désinfection des semences ne serait pas nouveau; il appartient à un groupe de composés qui ont fait l'objet de brevets à l'étranger, notamment en Allemagne (1931) et aux États-Unis (1934).

D'autres produits, après une première année d'essais paraissent intéressants : ce sont la *parasulfocyanoaniline* et, dans la série des xanthates, l'*éthylxanthate de zinc* (poudre à 50 p. 100 de produit pur ou suspension à 20 p. 10.000). Toutefois les résultats relatifs à ce dernier ayant été moins bons dans l'un de nos essais et la poudre contenant 25 p. 100 de produit pur se montrant insuffisante, il y a lieu de faire des réserves et d'attendre une autre année d'essais. Rappelons à ce sujet que l'*isopropylxanthate de soude* et l'*éthylxanthate de potassium* avaient été notés insuffisants en 1942-1943.

### d. *Observations sur l'action de divers composés.*

Au cours de trois ans d'essais nous avons eu l'occasion de faire quelques observations sur un certain nombre de produits dont l'action sur la Carie était déjà connue ou supposée. Elles se rapportent à l'emploi des produits suivants : Chaux (en poudre ou sous forme de lait de chaux à 2 p. 100), carbonate de soude (solution à 2 p. 100), sulfate de soude (solution à 2 p. 100), sulfate de zinc (solution à 2 p. 100), permanganate de potasse (solution à 1 p. 1.000) et poudre à 50 p. 100 de produit pur, soufre (poudrage), acide salicylique et salicylates, trioxyméthylène, sels de mercure, dérivés sulfamidés, sels de cuivre, acide chlorhydrique et acide sulfurique.

Petit (Albert). — Traitement de la Carie du Blé au moyen de faibles doses de cuivre. Résultats d'une étude systématique. *Revue de Pathologie végétale et d'Entomologie agricole*, octobre 1928.

Petit (Albert). — Résultats d'expériences faites au sujet du traitement de la Carie du Blé. Avantages de certains sels de cuivre. *Compte rendu de l'Académie d'Agriculture de France*, 1er février 1928.

[1] Ce produit chimique défini nous a été fourni par la Société des matières colorantes de Saint-Denis.

On évitera de confondre l'hexachlorobenzène avec un insecticide, l'*Hexachlorocyclohexane*, qui n'a pas eu d'action sur la Carie dans nos essais en 1943-1944.

[2] Yersin (H.), Chomette (A.), Baumann (G.) et Lhoste (J.). — L'hexachlorobenzène, produit organique de synthèse utilisé dans la lutte contre la carie du Blé. — *Compte rendu de l'Académie d'agriculture de France*, t. XXXI, 1, p. 24, 1945.

Le *lait de chaux* ou la *chaux* n'ont pas entravé le développement de la Carie; il en a été de même du carbonate de soude, du sulfate de zoude, du sulfate de sinc, du soufre et du permanganate de potassium.

L'*acide salicylique*, en solution à 2 p. 1.000 (sa limite de solubilité dans l'eau) a donné, en général, de bons résultats comparables à ceux déjà obtenus à la Station par Mlle Gaudineau; en poudrage pur ou dilué dans le talc à des teneurs de 10, 20 ou 50 p. 100 de produit pur il n'a eu, à peu près aucune efficacité; ce n'est donc qu'en solution qu'on pourrait l'employer. Ses sels, à l'exception peut être de certains dérivés cupriques, ne paraissent pas doués d'une action très marquée.

Le *trioxyméthylène* en poudrage s'est montré efficace dans des poudres renfermant au moins 50 p. 100 de produit pur.

Les composés *organo-mercuriques*, à base de bichlorure de mercure ou de silicate mercurique ont donné de bons résultats; par contre des produits dont l'élément actif est représenté par des combinaisons du type *mercure-chrome* n'ont eu aucune action dans nos essais en 1942-1943.

Un dérivé sulfamidé, la *paraminobenzène sulfamide* (sel ferrique), employé en solution à 2,6 et 20 pour 10.000 a réduit l'infection d'une manière assez marquée à la concentration la plus élevée sans cependant l'annuler complètement.

L'acide *chlorhydrique*, indiqué par Petit (1928) pour aciduler les solutions cupriques, et l'*acide sulfurique* ont été essayés isolément en solution à 10 p. 100; ils ont paru donner de bons résultats; cependant la mauvaise levée de plusieurs parcelles de nos essais nous oblige à faire des réserves en ce qui concerne l'emploi de ces acides [1].

Enfin, les *sels de cuivre* : carbonate de cuivre et chlorure cuivreux en poudrage, sulfate de cuivre (en bouillie bordelaise caséinée à 2 p. 100) ont affirmé, à nouveau, leur valeur.

### III. Résumé et conclusions.

Des essais effectués depuis plusieurs années à la Station centrale de Pathologie végétale il est possible, maintenant, de tirer des indications d'ordre général concernant l'efficacité et l'emploi des produits anticryptogamiques contre la Carie du Blé.

Les sels de cuivre sont efficaces. Sous la forme liquide on doit conseiller l'emploi d'une bouillie bordelaise à 1,5 ou 2 p. 100 de sulfate de cuivre (on neutralise la solution de Sulfate de Cuivre par un lait de chaux) dans laquelle on immerge les grains pendant vingt minutes; on peut, à la rigueur, opérer par aspersion et pelletage énergique en utilisant 8 à 10 litres de liquide pour 100 kilogrammes de grain. *Avec une teneur de 1 p. 100 ou plus faible, l'efficacité devient insuffisante.*

Le *nitrate de cuivre* employé dans les mêmes conditions donne des résultats comparables. On peut encore se servir de la *solution simple de sulfate de cuivre à 0,5 p. 100*, en trempage de vingt minutes suivi ou non d'un poudrage à la chaux; une concentration plus forte risquerait d'altérer la faculté germinative du grain.

Les poudrages cupriques, à la dose de 200 ou 250 grammes de poudre pour 100 kilogrammes de grain peuvent être utilisés mais leur efficacité dépend de la nature du composé, de sa teneur en cuivre, de la finesse etc. Il serait préférable d'employer le produit à l'état pur; à défaut, une teneur d'au moins 25 p. 100 de cuivre-métal serait nécessaire.

Le *formol*, à la dose d'un quart ou un tiers de litre de la solution commerciale pour 100 litres d'eau, agissant pendant vingt minutes, est un agent très actif; il faut éviter de

[1] En solution à 10 p. 100, ces acides diminuent sensiblement la faculté germinative du Blé.

sécher les grains et ne pas tarder à semer. Des poudres à base de *trioxyméthylène* sont souvent insuffisantes parce que leur teneur qui devrait atteindre et dépasser 50 p. 100, est généralement trop faible.

Des dérivés *organiques du mercure* ont permis de faire des poudres efficaces ; elles ont, le plus souvent, donné satisfaction.

Au cours de deux ans d'essais, un composé, *l'hexachlorobenzène* a donné d'excellents résultats.

## PRODUITS ANTI-CARIE.

### *Essais 1943-1944.*

(Semis d'automne.)

| N° des produits. | PRODUITS. | DOSES D'EMPLOI. | PARCELLES. | ÉPIS SAINS. | ÉPIS CARIÉS. | POURCENTAGE D'ÉPIS CARIÉS. | MOYENNE. | EFFICACITÉ. OBSERVATIONS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Témoin sain | | 1 | 886 | 70 | 7,3 | 6,6 | |
| | | | 152 | 1.131 | 73 | 6,0 | | |
| | Témoin infecté, non traité, trempé dans l'eau 20 min | | 2 | 805 | 141 | 14,9 | 18,4 | |
| | | | 153 | 997 | 280 | 21,9 | | |
| | Témoin infecté, non traité, non trempé dans l'eau (T. poudrage) | | 3 | 958 | 165 | 14,6 | 23.4 | |
| | | | 154 | 743 | 353 | 32,2 | | |
| | Un lavage à l'eau courante pendant 5 min. | | 4 | 860 | 101 | 10,5 | 16,4 | nulle. |
| | | | 155 | 828 | 240 | 22,4 | | |
| | Poudrage à la chaux | 200 gr. p. 100 kg. | 5 | 892 | 186 | 17,2 | 25,1 | nulle. |
| | | | 156 | 800 | 397 | 33,1 | | |
| | Acide salicylique, trempage 20 min. | 2 p. 1.000 | 6 | 800 | 34 | 4,0 | 2,1 | assez bonne. |
| | | | 157 | 1.236 | 4 | 0,3 | | |
| | Carbonate de cuivre, poudrage | 200 gr. p. 100 kg. | 7 | 1.152 | 7 | 0,6 | 1,0 | assez bonne. |
| | | | 158 | 1.187 | 18 | 1,4 | | |
| | Chlorure cuivreux, poudrage | 200 gr. p. 100 kg. | 8 | 1.127 | 2 | 0,1 | 0,1 | satisfaisante. |
| | | | 159 | 938 | 1 | 0,1 | | |
| | *Doses limites d'efficacité et d'emploi du sulfate de cuivre, du nitrate de cuivre (en bouillie) et du formol.* | | | | | | | |
| | Bouillie bordelaise caséinée, trempage 20 min. | 2 p. 100 | 9 | 1.031 | 1 | 0,09 | 0,4 | satisfaisante. |
| | | | 160 | 1.112 | 10 | 0,8 | | |
| | *Idem.* | 1,5 p. 100 | 10 | 994 | 8 | 0,7 | 0,8 | satisfaisante. |
| | | | 90 | 1.082 | 10 | 0,9 | | |
| | *Idem.* | 1,0 p. 100 | 11 | 986 | 9 | 0,9 | 1,2 | assez bonne. |
| | | | 91 | 1.049 | 18 | 1,6 | | |
| | *Idem.* | 0,5 p. 100 | 12 | 897 | 37 | 3,9 | 4,3 | insuffisante. |
| | | | 92 | 1.063 | 54 | 4,8 | | |
| | *Idem.* | 0,25 p. 100 | 13 | 1.037 | 65 | 5,8 | 7,8 | insuffisante. |
| | | | 93 | 1.010 | 110 | 9,8 | | |
| | *Idem.* | 0,10 p. 100 | 14 | 730 | 64 | 8,0 | 9,1 | insuffisante. |
| | | | 94 | 1.200 | 137 | 10,2 | | |
| | Nitrate de cuivre en bouillie correspondant à BB à | 2 p. 100 | 16 | 1.086 | 4 | 0,3 | 0,45 | satisfaisante. |
| | | | 96 | 1.095 | 7 | 0,6 | | |
| | *Idem.* | 1 p. 100 | 17 | 1.097 | 14 | 1,2 | 2,0 | assez bonne. |
| | | | 97 | 1.144 | 34 | 2,8 | | |
| | *Idem.* | 0,5 p. 100 | 18 | 748 | 24 | 3,1 | 3,4 | insuffisante. |
| | | | 98 | 1.118 | 43 | 3,7 | | |
| | *Idem.* | 0,1 p. 100 | 19 | 1.111 | 51 | 4,4 | 5,2 | insuffisante. |
| | | | 99 | 1.133 | 74 | 6,1 | | |
| | Lait de chaux, trempage 20 min. | 2 p. 100 | 15 | 1.167 | 63 | 5,1 | 9,5 | insuffisante. ou nulle. |
| | | | 95 | 1.120 | 183 | 14,0 | | |
| | Formol, trempage 20 min., semis immédiat. | 0,10 p. 100 | 20 | 843 | 17 | 1,9 | 2,4 | assez bonne. |
| | | | 100 | 1.120 | 35 | 3,0 | | |
| | — 1 h. — | 0,10 p. 100 | 21 | 1.080 | 14 | 1,2 | 1,6 | assez bonne. |
| | | | 101 | 1.167 | 26 | 2,1 | | |
| | — 20 min. — | 0,25 p. 100 | 22 | 1.112 | 5 | 0,4 | 0,35 | satisfaisante. |
| | | | 102 | 1.283 | 5 | 0,3 | | |
| | — 20 min. — | 0,50 p. 100 | 23 | 892 | 1 | 0,1 | 0,09 | satisfaisante. |
| | | | 103 | 1.002 | 1 | 0,09 | | |
| | — 1 h. — | 0,25 p. 100 | 24 | 806 | 0 | 0 | 0,05 | satisfaisante. |
| | | | 104 | 1.205 | 2 | 0,1 | | |

## *Essais 1943-1944* (suite).

(Semis d'automne.)

| N° des produits | PRODUITS. | DOSES D'EMPLOI. | PARCELLES. | ÉPIS SAINS. | ÉPIS CARIÉS. | POURCENTAGE D'ÉPIS CARIÉS. | MOYENNE. | EFFICACITÉ. OBSERVATIONS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Formol, trempage 1 h., semis immédiat ... | 0,50 p. 100 | 25 | 896 | 1 | 0,1 | 0,05 | satisfaisante. |
| | | | 100 | 1.227 | 0 | 0 | | |
| | — 20 min., grain séché avant le semis.. | 0,25 p. 100 | 26 | 1.044 | 2 | 0,1 | 0,09 | satisfaisante. |
| | | | 106 | 1.207 | 1 | 0,08 | | |
| | Formol, trempage 20 min., semis différé 24 h., grain non séché.. | 0,25 p. 100 | 27 | 1.030 | 0 | 0 | 0,04 | satisfaisante. |
| | | | 107 | 1.255 | 1 | 0.08 | | |
| | — 20 min., — grain séché. | 0,25 p. 100 | 28 | 1.039 | 3 | 0,2 | 0,1 | satisfaisante. |
| | | | 108 | 1.145 | 1 | 0,09 | | |
| | — 20 min., semis différé 48 h., grain non séché.. | 0,25 p. 100 | 29 | 1.152 | 0 | 0 | 0,1 | satisfaisante. |
| | | | 109 | 1.119 | 4 | 0,3 | | |
| | — 20 min., semis différé 48 h., grain séché ..... | 0,25 p. 100 | 30 | 1.125 | 0 | 0 | 0,1 | satisfaisante. |
| | | | 110 | 938 | 2 | 0,2 | | |
| | — 20 min., semis différé 24 h. grain non séché .. | 0,50 p. 100 | 31 | 1.043 | 0 | 0 | 0,2 | satisfaisante. |
| | | | 111 | 1.062 | 6 | 0,5 | | |
| | — 20 min., semis différé 24 h. grain séché ..... | 0,50 p. 100 | 32 | 796 | 1 | 0,1 | 0,05 | satisfaisante. |
| | | | 112 | 1.093 | 0 | 0 | | |
| | — 20 min.. semis différé 48 h., grain non séché.. | 1 p. 100 | 33 | 893 | 0 | 0 | 0,05 | Influence nocive sur la germination. |
| | | | 113 | 865 | 1 | 0,1 | | |
| | — 20 min., grain séché.... | 1 p. 100 | 34 | 406 | 11 | 2,6 | 1,4 | |
| | | | 114 | 440 | 1 | 0,2 | | |
| | *Produits divers :* | | | | | | | |
| | Carbonate de soude, trempage 20 min..... | 2 p. 100 | 161 | 902 | 181 | 16,7 | 16,5 | nulle. |
| | | | 162 | 920 | 180 | 16,3 | | |
| 191 D | Hexachlorocyclohexane à 4 p. 100 (talc), poudrage..... | 200 gr. p. 100 kg. | 35 | 806 | 620 | 44,1 | 42,4 | nulle. |
| | | | 115 | 785 | 540 | 40,7 | | |
| 437 | Dinitrocyclohexylphénol à 10 p. 100, poudrage..... | 200 gr. p. 100 kg. | 36 | 765 | 138 | 15,2 | 22,3 | nulle. |
| | | | 116 | 843 | 354 | 29,5 | | |
| 215 | Dinitrocyclohexylphénol à 30 p. 100, poudrage ..... | 200 gr. p. 100 kg. | 37 | 790 | 248 | 23,8 | 26,9 | nulle. |
| | | | 117 | 810 | 362 | 30,8 | | |
| 439 | Dinitrocyclohexylphénate de calcium à 10 p. 100, poudrage..... | 200 gr. p. 100 kg. | 38 | 761 | 192 | 20,1 | 25,4 | nulle. |
| | | | 118 | 736 | 328 | 30,8 | | |
| 23 | Dinitrocyclohexylphénate de calcium pur, poudrage..... | 200 gr. p. 100 kg. | 39 | 890 | 140 | 13,5 | 15,0 | nulle. |
| | | | 119 | 928 | 184 | 16,5 | | |
| 220 | Dinitrocyclohexylphénate de potassium à 10 p. 100, poudrage..... | 200 gr. p. 100 kg. | 40 | 842 | 322 | 27,6 | 29,5 | nulle. |
| | | | 120 | 743 | 341 | 31,4 | | |
| 216 | Dinitrocyclohexylphénate de potassium à 50 p. 100, poudrage..... | 200 gr. p. 100 kg. | 41 | 870 | 187 | 17,0 | 15,9 | nulle. |
| | | | 121 | 1.012 | 177 | 14,8 | | |
| 217 | Dichlororésorcine à 10 p. 100, poudrage.... | 200 gr. p. 100 kg. | 42 | 903 | 204 | 18,4 | 14,7 | nulle. |
| | | | 122 | 1.033 | 129 | 11,1 | | |
| 218 | — 50 p. 100, — .... | 200 gr. p. 100 kg. | 43 | 735 | 260 | 26,1 | 23,7 | nulle. |
| | | | 123 | 986 | 270 | 21,4 | | |
| 468 | Trichlororésorcine à 10 p. 100, — .... | 200 gr. p. 100 kg. | 44 | 690 | 395 | 36,4 | 33,1 | nulle. |
| | | | 124 | 747 | 319 | 29,8 | | |
| | Acide salicylique à 10 p. 100, — .... | 200 gr. p. 100 kg. | 45 | 820 | 315 | 27,7 | 22,0 | nulle. |
| | | | 125 | 960 | 187 | 16,3 | | |
| | — 20 p. 100, — .... | 200 gr. p. 100 kg. | 46 | 964 | 238 | 19,8 | 15,9 | nulle. |
| | | | 126 | 1.045 | 144 | 12,1 | | |
| | — 50 p. 100, — .... | 200 gr. p. 100 kg. | 47 | 1.024 | 65 | 5,9 | 4,9 | insuffisante. |
| | | | 127 | 1.096 | 45 | 3,9 | | |
| 25 | Dinitrocyclohexylphénate de sodium, trempage ..... | 2 p. 10 000 | 48 | 986 | 239 | 19,5 | 19,6 | nulle. |
| | | | 128 | 995 | 246 | 19,8 | | |
| | *Idem.* | 5 p. 10 000 | 49 | 938 | 176 | 15,7 | 13,3 | nulle. |
| | | | 129 | 947 | 118 | 11,0 | | |
| 25 | *Idem.* | 1 p. 1 000 | 50 | 793 | 170 | 17,6 | 12,4 | nulle ou insuffisante. |
| | | | 130 | 1.024 | 81 | 7,3 | | |
| 26 | Dinitrocyclohexylphénate de potassium, trempage ..... | 2 p. 10 000 | 51 | 840 | 301 | 26,3 | 17,9 | nulle. |
| | | | 131 | 1.076 | 114 | 9,5 | | |
| | *Idem.* | 5 p. 10 000 | 52 | 910 | 201 | 18,0 | 11,7 | nulle ou insuffisante. |
| | | | 132 | 916 | 53 | 5,4 | | |
| | *Idem.* | 1 p. 1 000 | 53 | 1.013 | 118 | 10,4 | 9,2 | nulle ou insuffisante. |
| | | | 133 | 1.017 | 90 | 8,1 | | |
| A 101 | Hexachlorobenzène pur, trempage ..... | 2 p. 10 000 | 54 | 1.195 | 19 | 1,5 | 2,3 | assez bonne. |
| | | | 134 | 1.136 | 37 | 3,1 | | |

## *Essais 1943-1944* (suite et fin).

(Semis d'automne.)

| N° des produits | PRODUITS. | DOSES D'EMPLOI. | PARCELLES. | ÉPIS SAINS. | ÉPIS CARIÉS. | POURCENTAGE D'ÉPIS CARIÉS. | MOYENNE. | EFFICACITÉ. OBSERVATIONS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A 105 | Hexachlorobenzène pur, trempage | 6 p. 10 000 | 55 | 1.004 | 33 | 3,1 | 1,8 | assez |
| | | | 135 | 1.222 | 8 | 0,6 | | bonne. |
| | *Idem.* | 20 p. 10 000 | 56 | 1.020 | 0 | 0 | 0 | *satisfaisante.* |
| | | | 136 | 1.201 | 0 | 0 | | |
| A 105 | Diethydixanthogène, trempage | 2 p. 10 000 | 57 | 945 | 142 | 13,0 | 16,7 | nulle. |
| | | | 137 | 968 | 250 | 20,5 | | |
| | *Idem.* | 6 p. 10 000 | 58 | 925 | 187 | 16,8 | 23,6 | nulle. |
| | | | 138 | 775 | 340 | 30,4 | | |
| | *Idem.* | 20 p. 10 000 | 59 | 762 | 167 | 17,9 | 19,6 | nulle. |
| | | | 139 | 960 | 260 | 21,3 | | |
| A 106 | Trichloraniline | 2 p. 10 000 | 60 | 744 | 197 | 20,9 | 20,8 | nulle. |
| | | | 140 | 924 | 244 | 20,8 | | |
| | *Idem.* | 6 p. 10 000 | 61 | 716 | 169 | 19,0 | 18,7 | nulle. |
| | | | 141 | 1.043 | 236 | 18,4 | | |
| | *Idem.* | 20 p. 10 000 | 62 | 723 | 180 | 20,3 | 20,9 | nulle. |
| | | | 142 | 974 | 268 | 21,5 | | |
| A 107 | 2-4 Diaminodiphénylamine | 2 p. 10 000 | 63 | 880 | 227 | 20,5 | 26,9 | nulle. |
| | | | 143 | 814 | 408 | 33,3 | | |
| | *Idem.* | 6 p. 10 000 | 64 | 931 | 187 | 16,7 | 20,6 | nulle. |
| | | | 144 | 870 | 283 | 24,5 | | |
| | *Idem.* | 20 p. 10 000 | 65 | 807 | 318 | 28,2 | 28,7 | nulle. |
| | | | 145 | 901 | 372 | 29,2 | | |
| A 108 | 4-Aminodiphénylamine | 2 p. 10 000 | 66 | 996 | 285 | 22,2 | 17,6 | nulle. |
| | | | 146 | 1.034 | 157 | 13,1 | | |
| | *Idem.* | 6 p. 10 000 | 67 | 905 | 217 | 19,3 | 15,1 | nulle. |
| | | | 147 | 936 | 116 | 11,0 | | |
| | *Idem.* | 20 p. 10 000 | 68 | 1.074 | 185 | 14,5 | 8,0 | insuffisante. |
| | | | 148 | 979 | 15 | 1,5 | | |
| A 109 | 0-Dinitrocrésol | 2 p. 10 000 | 69 | 808 | 158 | 16,3 | 12,3 | nulle ou |
| | | | 149 | 1.200 | 110 | 8,4 | | insuffisante. |
| | *Idem.* | 6 p. 10 000 | 70 | 944 | 207 | 17,9 | 12,4 | nulle ou |
| | | | 150 | 927 | 69 | 6,9 | | insuffisante. |
| | *Idem.* | 20 p. 10 000 | 71 | 820 | 43 | 4,9 | 3,9 | *influence* |
| | | | 151 | 789 | 24 | 2,9 | | *nocive sur la germination.* |
| A 110 | Anhydroformaldéhyde p. toluidine | 2 p. 10 000 | 72 | 990 | 162 | 14,0 | 18,8 | nulle. |
| | | | 81 | 881 | 273 | 23,6 | | |
| | *Idem.* | 6 p. 10 000 | 73 | 936 | 234 | 20,0 | 26,1 | nulle. |
| | | | 82 | 789 | 373 | 32,3 | | |
| | *Idem.* | 20 p. 10 000 | 74 | 1.002 | 250 | 19,9 | 23,7 | nulle. |
| | | | 83 | 881 | 335 | 27,5 | | |
| A 111 | Diphénylamine | 2 p. 10 000 | 75 | 748 | 332 | 30,7 | 33,4 | nulle. |
| | | | 84 | 757 | 428 | 36,1 | | |
| | *Idem.* | 6 p. 10 000 | 76 | 792 | 408 | 34,0 | 32,2 | nulle. |
| | | | 85 | 794 | 350 | 30,5 | | |
| | *Idem.* | 20 p. 10 000 | 77 | 775 | 315 | 28,8 | 28,7 | nulle. |
| | | | 86 | 885 | 355 | 28,6 | | |
| A 102 | Hexachlorobenzène pur, poudrage | 200 gr. p. 100 kg. | 78 | 1.045 | 1 | 0,09 | 0,1 | *satisfaisante.* |
| | | | 87 | 1.073 | 2 | 0,18 | | |
| A 103 | — à 50 p. 100, poudrage | 200 gr. p. 100 kg. | 79 | 1.171 | 0 | 0 | 0 | *satisfaisante.* |
| | | | 88 | 1.215 | 0 | 0 | | |
| A 104 | — 25 p. 100, — | 200 gr. p. 100 kg. | 80 | 1.145 | 0 | 0 | 0 | *satisfaisante.* |
| | | | 89 | 1.293 | 0 | 0 | | |

## *Essais d'automne 1944-1945.*

| PRODUITS. | DOSES D'EMPLOI OU CONCENTR. | VARIÉTÉ DE BLÉ. | PARCELLES. | ÉPIS SAINS. | ÉPIS CARIÉS. | POURCENTAGE D'ÉPIS CARIÉS. | MOYENNE. | EFFICACITÉ. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Témoin non contaminé expérimentalement, non traité | | B.Ferm. | 164 | 361 | 18 | 4,7 | 4,7 | |
| Témoin infecté, non traité | | | 165 | 300 | 32 | 9,6 | 12,1 | |
| | | | 166 | 379 | 65 | 14,6 | | |
| Formol à 0,25 p. 100, trempage 20 min | | | 167 | 425 | 0 | 0 | 0 | |
| Chlorure cuivreux, poudrage | 200 gr. p. 100 kg. | | 168 | 494 | 0 | 0 | 0 | |
| Bouillie bordelaise, trempage 20 min | 2 p. 100 | | 171 | 551 | 0 | 0 | 0 | |
| *1° Doses limites d'efficacité et d'emploi du sulfate de cuivre en solution simple.* | | | | | | | | |
| Sulfate du cuivre, trempage 20 min | 0,025 p. 100 | | 251 | 545 | 52 | 8,7 | 8,7 | nulle. |
| *Idem* | 0,050 p. 100 | | 252 | 464 | 16 | 3,3 | 3,3 | insuffisante. |
| *Idem* | 0,125 p. 100 | | 253 | 239 | 0 | 0 | 0 | satisfaisante. |
| *Idem* | 0,250 p. 100 | | 254 | 371 | 0 | 0 | 0 | satisfaisante. |
| *Idem* | 0,500 p. 100 | | 255 | 257 | 0 | 0 | 0 | *Idem.* |
| *2° Influence de la durée du trempage sur l'efficacité de la bouillie bordelaise.* | | | | | | | | |
| a) Bouillie bordelaise, trempage 20 min | 2 p. 100 $SO_4Cu$ | | 171 | 551 | 0 | 0 | 0 | satisfaisante. |
| b) — — 2 min | | | 23 | 110 | 2 | 1,7 | 1,3 | insuffisante. |
| | | | 111 | 220 | 2 | 0,9 | | |
| *3° Produits divers.* | | | | | | | | |
| Témoin non traité | | V 27 | 260 | 312 | 60 | 16 | 18,9 | |
| | | V 27 | 261 | 218 | 61 | 21,8 | | |
| Bouillie bordelaise, trempage 20 min | 2 p. 100 | V 27 | 229 | 559 | 0 | 0 | 0 | |
| Carbonate de cuivre, poudrage | 200 gr. p. 100 kg. | V 27 | 230 | 572 | 0 | 0 | 0 | |
| Acide salicylique pur, poudrage | 200 gr. p. 100 kg. | B.Ferm. | 89 | 83 | 5 | 5,6 | 3,0 | insuffisante. |
| | | — | 193 | 360 | 2 | 0,5 | | |
| Acide chlorhydrique, trempage 20 min | 10 p. 100. | — | 223 | 235 | 0 | 0 | 0 | bonne. |
| | | — | 224 | 260 | 0 | 0 | | |
| Acide sulfurique, trempage 20 min | 10 p. 100. | V 27 | 259 | 306 | 0 | 0 | 0 | bonne. |
| Soufre, poudrage | 200 gr. | — | 258 | 265 | 18 | 6,3 | 6,3 | insuffisante. ou nulle. |
| Sulfate de soude, trempage 20 min | 2 p. 100. | — | 256 | 130 | 4 | 2,9 | 2,9 | insuffisante. |
| Sulfate de zinc, trempage 20 min | 2 p. 100. | — | 257 | 252 | 6 | 2,3 | 2,3 | insuffisante. |

| N° des PRODUITS. | PRODUITS. | DOSES D'EMPLOI. | PARCELLES. | ÉPIS SAINS. | ÉPIS CARIÉS. | POURCENTAGE D'ÉPIS CARIÉS. | MOYENNE. | EFFICACITÉ. OBSERVATIONS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | *4° Produits nouveaux.* | | | | | | | *Blé : variété Bon Fermier.* (semis 20 décembre) |
| | Témoin infecté, non traité | | 165 | 300 | 32 | 9,6 | 12,1 | |
| | *Idem* | | 166 | 379 | 65 | 14,6 | | |
| | Témoin chlorure cuivreux, poudrage | 200 gr. p. 100 kg. | 59 | 235 | 0 | 0 | 0 | |
| | | | 168 | 494 | 0 | 0 | | |
| | — bouillie bordelaise, trempage 20 min | 2 p. 100 $SO_4Cu$ | 62 | 291 | 0 | 0 | 0 | |
| | | | 171 | 551 | 0 | 0 | | |
| 44.1 | Hexachlorobenzène à 25 p. 100 poudrage | 200 gr. p. 100 kg. | 28 | 52 | 0 | 0 | 0 | satisfaisante. |
| | | | 116 | 275 | 0 | 0 | | |
| 44.2 | — 15 — — | | 29 | 15 | 0 | 0 | 0 | *Idem.* |
| | | | 117 | 319 | 0 | 0 | | |
| 44.3 | — 10 — — | | 30 | 46 | 0 | 0 | 0 | *Idem.* |
| | | | 118 | 176 | 0 | 0 | | |
| 44.4 | Pentachlorobenzène à 50 — — | | 31 | 2 | 0 | 0 | 0 | *Idem.* |
| | | | 119 | 115 | 0 | 0 | | |
| 44.5 | — 25 — — | | 32 | 2 | 0 | 0 | 1,7 | insuffisante. |
| | | | 120 | 270 | 10 | 3,5 | | |

| N° des produits. | PRODUITS. | DOSER D'EMPLOI OU CONCENTR. | PARCELLES. | ÉPIS SAINS. | ÉPIS CARIÉS. | POURCENTAGE D'ÉPIS CARIÉS. | MOYENNE. | EFFICACITÉ. OBSERVATIONS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 44.6 | Tétrachlorobenzène à 50 p. 100 poudrage | 200 gr. p. 100 kg. | 33 | — | — | | | |
| | | | 121 | 117 | 4 | 3,3 | 3,3 | insuffisante. |
| 44.7 | — 25 — — | | 34 | — | — | | | |
| | | | 122 | 109 | 9 | 7,5 | 7,5 | *Idem.* |
| 44.8 | Ethylxanthate de zinc 50 — — | | 35 | — | — | | | |
| | | | 123 | 220 | 10 | 4,3 | 4,3 | *Idem.* |
| 44.9 | — 25 — — | | 36 | 21 | 1 | 4,0 | | |
| | | | 124 | 201 | 18 | 8,2 | 6,1 | *Idem.* |
| 44.10 | Thiocarbanilide à 50 p. 100 poudrage | | 37 | 43 | 0 | 0 | | |
| | | | 125 | 134 | 10 | 6,9 | 3,4 | *Idem.* |
| 44.11 | — 25 — — | | 38 | 53 | 0 | 0 | | |
| | | | 126 | 91 | 6 | 6,1 | 3,0 | *Idem.* |
| 44.12 | P. Sulfocyanoaniline à 50 p. 100 poudrage | | 39 | 59 | 0 | 0 | | |
| | | | 127 | 262 | 0 | 0 | 0 | satisfaisante. |
| 44.13 | Phényl β. Naphtylamine à 50 p. 100 poudrage | | 40 | 73 | 0 | 0 | | |
| | | | 128 | 284 | 32 | 7,6 | 3,8 | insuffisante. |
| 44.14 | Phényl β. Naphtylamine à 25 p. 100 poudrage | | 27 | 30 | 9 | 23,0 | | |
| | | | 115 | 247 | 5 | 1,9 | 12,4 | *Idem.* |
| 44.15 | Diphénylamine à 50 p. 100 poudrage | | 41 | 90 | 5 | 5,2 | | |
| | | | 129 | 326 | 13 | 3,8 | 4,5 | *Idem.* |
| 44.16 | — 25 — — | | 42 | 125 | 2 | 1,5 | | |
| | | | 130 | 380 | 30 | 7,3 | 4,4 | *Idem.* |
| 44.17 | Ethylxanthate de zinc (suspension), trempage 20 min | 20 p. 10.000 | 43 | 106 | 0 | 0 | | |
| | | | 131 | 509 | 8 | 1,5 | 0,7 | assez bonne. |
| 44.18 | Thiocarbanilide (suspension) | *Idem.* | 44 | 37 | 5 | 13,5 | | |
| | | | 132 | 391 | 8 | 2,0 | 7,7 | insuffisante. |
| 44.19 | Phényl β. Naphtylamine (suspension) | *Idem.* | 45 | 42 | 1 | 2,3 | | |
| | | | 133 | 341 | 3 | 0,8 | 1,5 | *Idem.* |
| 44.20 | Diphénylamine (suspension) | *Idem.* | 46 | 87 | 1 | 1,1 | | |
| | | | 134 | 310 | 5 | 1,5 | 1,3 | *Idem.* |
| | | | | | | *Blé : variété Vilmorin 27.* (semis : 23 février) | | |
| | Témoin non traité | | 260 | 312 | 60 | 16,0 | | |
| | | | 261 | 218 | 61 | 21,8 | 18,9 | |
| | Témoin traité bouillie bordelaise trempage | 2 p. 100 $SO^4$ Cu | 229 | 559 | 0 | 0 | 0 | |
| | — carbonate de cuivre poudrage | 200 gr. p. 100 kg. | 230 | 572 | 0 | 0 | 0 | |
| 44.1 | Hexachlorobenzène 25 p. 100, poudrage | *Idem.* | 231 | 407 | 0 | 0 | 0 | satisfaisante. |
| 44.2 | — 15 — — | | 232 | 516 | 0 | 0 | 0 | *Idem.* |
| 44.3 | — 10 — — | | 233 | 422 | 0 | 0 | 0 | *Idem.* |
| 44.4 | Pentachlorobenzène 50 p. 100 — | | 234 | 380 | 0 | 0 | 0 | *Idem.* |
| 44.5 | — 25 — — | | 235 | 287 | 7 | 2,3 | 2,3 | insuffisante. |
| 44.6 | Tétrachlorobenzène à 50 — — | | 236 | 390 | 28 | 6,6 | 6,6 | *Idem.* |
| 44.7 | — 25 — — | | 237 | 405 | 21 | 4,9 | 4,9 | *Idem.* |
| 44.8 | Ethylxanthate de zinc 50 — — | | 238 | 366 | 0 | 0 | 0 | bonne. |
| 44.9 | — 25 — — | | 239 | 440 | 29 | 6,1 | 6,1 | insuffisante. |
| 44.10 | Thiocarbanilide 50 p. 100 poudrage | | 240 | 362 | 9 | 2,4 | 2,4 | *Idem.* |
| 44.11 | — 25 — — | | 241 | 390 | 21 | 5,1 | 5,1 | *Idem.* |
| 44.12 | P. Sulfocyanoaniline 50 p. 100 poudrage | | 242 | 350 | 0 | 0 | 0 | satisfaisante. |
| 44.13 | Phényl β. Naphtylamine 50 p. 100 poudrage | | 243 | 603 | 42 | 6,5 | 6,5 | insuffisante. |
| 44.14 | — — 25 — — | | 244 | 484 | 39 | 7,4 | 7,4 | *Idem.* |
| 44.15 | Diphénylamine 50 p. 100 poudrage | | 245 | 403 | 3 | 0,7 | 0,7 | *Idem.* |
| 44.16 | — 25 — — | | 246 | 520 | 19 | 3,5 | 3,5 | *Idem.* |
| 44.17 | Ethylxanthate de zinc (suspension) trempage 20 min | 20 p. 10.000 | 247 | 516 | 0 | 0 | 0 | bonne. |
| 44.18 | Thiocarbanilide (suspension) trempage 20 min | | 248 | 489 | 8 | 1,6 | 1,6 | insuffisante ou nulle. |
| 44.19 | Phényl β. Naphtylamine (suspension) trempage 20 min | | 249 | 496 | 2 | 0,4 | 0,4 | insuffisante. |
| 44.20 | Diphénylamine (suspension) trempage 20 min | | 250 | 512 | 13 | 2,4 | 2,4 | *Idem.* |

| N°s des produits. | PRODUITS. | DOSES D'EMPLOI OU CONCENTR. | PARCELLES. | ÉPIS SAINS. | ÉPIS CARIÉS. | POURCENTAGE D'ÉPIS CARIÉS. | MOYENNE. | EFFICACITÉ. OBSERVATIONS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Témoin infecté, non traité | | 165 | 300 | 32 | 9,1 | 12,1 | |
| | | | 166 | 379 | 65 | 14,6 | | |
| | Formol à 0,25 p. 100, trempage 20 min. | 0,25 p. 100 | 167 | 425 | 0 | 0 | 0 | |
| | Bouillie bordelaise 2 p. 100, trempage 20 min. | 2 p. 100 $SO^4Cu$ | 171 | 551 | 0 | 0 | 0 | |
| | Chlorure cuivreux, poudrage | 200 gr. p. 100 kg. | 168 | 494 | 0 | 0 | 0 | |
| 241 | Acide chlorsalicylique pur, poudrage | 200 gr. p. 100 kg. | 141 | 461 | 3 | 0,6 | 0,6 | bonne ou passable. |
| 241.50 | — — 50 p. 100, poudrage. | | 142 | 618 | 18 | 2,8 | 2,8 | insuffisante. |
| 241.25 | — — 25 p. 100, — | | 143 | 525 | 43 | 7,5 | 7,5 | insuffisante ou nulle. |
| 241.Cu | — — sel de cuivre, pur | | 144 | 412 | 1 | 0,2 | 0,2 | bonne. |
| 241.Cu 50 | — — — 50 p. 100 | | 145 | 460 | 6 | 1,3 | 1,3 | insuffisante. |
| 241,Cu 25 | — — — 25 p. 100 | | 146 | 424 | 25 | 5,5 | 5,5 | insuffisante ou nulle. |
| 242 | Acide dichlorsalicylique pur | | 147 | 455 | 9 | 1,9 | 1,9 | insuffisante. |
| 242.50 | — — 50 p. 100 | | 148 | 444 | 29 | 6,1 | 6,1 | insuffisante ou nulle. |
| 242.25 | — — 25 — | | 149 | 361 | 25 | 6,4 | 6,4 | insuffisante ou nulle. |
| 242.Cu | — — sel de cuivre pur | | 150 | 394 | 0 | 0 | 3,2 | insuffisante. |
| | | | 8 | 117 | 8 | 6,4 | | |
| 242.Cu 50 | — — — 50 p. 100 | | 151 | 401 | 0 | 0 | 0,5 | bonne ou passable. |
| | | | 9 | 99 | 1 | 1,0 | | |
| 242.Cu 25 | — — — 25 p. 100 | | 152 | 325 | 4 | 1,2 | 1,2 | insuffisante. |
| 243 | Acide nitrochlorsalicylique pur | | 153 | 393 | 13 | 3,1 | 3,1 | *Idem.* |
| 243.50 | — — 50 p. 100 | | 154 | 448 | 16 | 3,4 | 3,4 | *Idem.* |
| 243.25 | — — 25 — | | 155 | 481 | 25 | 4,9 | 4,9 | *Idem.* |
| 243.Cu | — — sel de cuivre pur | | 156 | 543 | 26 | 4,5 | 4,5 | *Idem.* |
| 243.Cu 50 | — — — 50 p. 100 | | 157 | 484 | 29 | 5.6 | 5,6 | *Idem.* |
| 243.Cu 25 | — — — 25 p. 100 | | 158 | 351 | 49 | 12,2 | 12,2 | nulle. |
| 65 | Acide nitrosalicylique pur | | 159 | 431 | 24 | 5,2 | 5,2 | insuffisante. |
| 65.50 | — — 50 p. 100 | | 160 | 380 | 68 | 15,1 | 15,1 | nulle. |
| 65.25 | — — 25 p. 100 | | 161 | 408 | 39 | 8,7 | 7,3 | insuffisante ou nulle. |
| | | | 73 | 365 | 23 | 5,9 | | |
| 65.Cu | — — sel du cuivre pur | | 162 | 420 | 28 | 6,2 | 3,7 | insuffisante. |
| | | | 74 | 470 | 6 | 1,2 | | |
| 65.Cu 50 | — — — 50 p. 100 | | 163 | 337 | 22 | 6,1 | 4,0 | *Idem.* |
| | | | 75 | 428 | 9 | 2,0 | | |
| 65.Cu 25 | — — — 25 p. 100 | | 180 | 435 | 44 | 9,1 | 5,1 | *Idem.* |
| | | | 76 | 417 | 5 | 1,1 | | |
| 224 | Acide dinitrosalicylique pur | | 181 | 252 | 4 | 1,5 | 1,7 | insuffisante. |
| | | | 77 | 508 | 10 | 1,9 | | |
| 224.50 | — — 50 p. 100 | | 182 | 278 | 11 | 5,8 | 4,5 | *Idem.* |
| | | | 78 | 414 | 14 | 3,2 | | |
| 224.25 | — — 25 p. 100 | | 183 | 290 | 19 | 6,1 | 5,5 | *Idem.* |
| | | | 79 | 305 | 16 | 4,9 | | |
| 224.Cu | — — sel de cuivre pur. | | 184 | 297 | 7 | 2,3 | 2,6 | *Idem.* |
| | | | 80 | 470 | 14 | 2,9 | | |
| 224.Cu 50 | — — — 50 p. 100 | | 185 | 367 | 3 | 0,8 | 3,2 | *Idem.* |
| | | | 81 | 350 | 21 | 5,6 | | |
| 224.Cu 25 | — — — 25 p. 100 | | 186 | 462 | 5 | 1,0 | 3,3 | *Idem.* |
| | | | 82 | 554 | 34 | 5,7 | | |
| 244 | Acide dithiosalicylique pur | | 187 | 487 | 8 | 1,6 | 1,1 | *Idem.* |
| | | | 83 | 324 | 2 | 0,6 | | |
| 244.50 | — — 50 p. 100 | | 188 | 337 | 0 | 0 | 3,2 | *Idem.* |
| | | | 84 | 402 | 33 | 7,5 | | |

| N°s des produits. | PRODUITS. | DOSES D'EMPLOI ou CONCENTR. | PARCELLES. | ÉPIS SAINS. | ÉPIS CARIÉS. | POURCENTAGE D'ÉPIS CARIÉS. | MOYENNE. | EFFICACITÉ. OBSERVATIONS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 244.25 | Acide dithiosalicylique 25 — ..... | | 189 | 395 | 14 | 3,4 | 7,3 | insuffisante |
| | | | 85 | 422 | 54 | 11,3 | | ou nulle. |
| 244.Cu | — — sel de cuivre pur... | | 190 | 540 | 0 | 0 | 0,2 | bonne. |
| | | | 86 | 392 | 2 | 0,5 | | |
| 244.Cu 50 | — — — 50 p. 100..... | | 191 | 522 | 2 | 0,3 | 0,8 | passable. |
| | | | 87 | 406 | 6 | 1,4 | | |
| 244.Cu 25 | — — — 25 p. 100..... | | 192 | 524 | 28 | 5,0 | 5,2 | insuffisante. |
| | | | 88 | 170 | 10 | 5,5 | | |
| | Acide salicylique pur ..... | | 193 | 360 | 2 | 0,5 | 3,0 | *Idem.* |
| | | | 89 | 83 | 5 | 5,6 | | |
| 241 | Acide chlorsalicylique pur, trempage 20 min. | 1 p. 1000 | 194 | 546 | 9 | 1,6 | 0,8 | passable. |
| | | | 90 | 27 | 0 | 0 | | |
| 242 | Acide dichlorsalicylique pur, trempage 20 min | *Idem.* | 195 | 597 | 21 | 3,3 | 4,5 | insuffisante. |
| | | | 91 | 65 | 4 | 5,7 | | |
| 243 | Acide nitrochlorsalicylique pur ..... | *Idem.* | 196 | 516 | 8 | 1,5 | 2,1 | *Idem.* |
| | | | 92 | 103 | 3 | 2,8 | | |
| | *Idem*..... | 2,5 p. 1000 | 197 | 475 | 1 | 0,2 | 0,1 | bonne. |
| | | | 93 | 69 | 0 | 0 | | |
| 65 | Acide nitrosalicylique..... | 1 p. 1000 | 198 | 450 | 5 | 1,0 | 0,5 | passable. |
| | | | 94 | 71 | 0 | 0 | | |
| | *Idem*..... | 1,8 p. 1000 | 199 | 130 | 0 | 0 | 1,0 | assez |
| | | | 95 | 146 | 3 | 2,0 | | bonne. |
| 224 | Acide dinitrosalicylique pur ..... | 1 p. 1000 | 200 | 81 | 3 | 3.5 | 1,7 | insuffisante. |
| | | | 96 | 84 | 0 | 0 | | |
| | *Idem*..... | 2,5 p. 1000 | 201 | 213 | 0 | 0 | 0 | bonne. |
| | | | 97 | 58 | 0 | 0 | | |
| 244 | Acide dithiosalicylique..... | 1 p. 1000 | 202 | 202 | 5 | 2,4 | 1,5 | passable |
| | | | 98 | 160 | 1 | 0,6 | | ou faible. |
| | *Idem*..... | 1,8 p. 1000 | 203 | 314 | 4 | 1.2 | 1.8 | insuffisante. |
| | | | 99 | 118 | 3 | 2,4 | | |
| | 5° *Produits commerciaux divers.* | | | | | *Blé : Variété Bon Fermier.* | | |
| | Produit à base d'oxyde cuivreux jaune, 25.4 p. 100 cuivre, poudrage ..... | 200 gr. p. 100 kg. | 135 | 481 | 13 | 2,6 | 2,6 | insuffisante. |
| | Produit à base d'oxyde cuivreux jaune, 11,4 p. 100 cuivre, poudrage..... | | 136 | 550 | 13 | 2,3 | 2,3 | *Idem.* |
| | Produit à base d'oxyde cuivreux jaune, 4,4 p. 100 cuivre, poudrage..... | | 137 | 514 | 22 | 4,1 | 4,1 | *Idem.* |
| | Produit à base de chlorure cuivreux, 20 p. 100 cuivre..... | 200 gr. p. 100 kg. | 138 | 445 | 10 | 2,1 | 2,1 | *Idem.* |
| | Produit à base de chlorure cuivreux, 12 p. 100 cuivre ..... | | 139 | 353 | 13 | 3,5 | 3,5 | *Idem.* |
| | Produit à base de chlorure cuivreux, 5,5 p. 100 cuivre..... | | 140 | 454 | 24 | 5,0 | 5,0 | *Idem.* |
| | Produit à base de sulfate neutre d'oxyquinoleine. — Aspersion..... | | 102 | 76 | 0 | 0 | 0,1 | bonne. |
| | | | 206 | 335 | 1 | 0,2-0,3 | | |
| | Produit actif seul..... | 3,33 p. 1000 | 103 | 62 | 0 | 0 | 5,0 | insuffisante. |
| | | | 207 | 351 | 39 | 10,0 | | |
| | Poudre cuprique seule..... | 30 gr. p. 100 kg. | 104 | 52 | 2 | 3,5 | 4,6 | *Idem.* |
| | | | 208 | 531 | 33 | 5,8 | | |
| | Produit à base d'oxychlorure de cuivre (2,5 p. 100 Cu)..... | 200 gr. p. 100 kg. | 209 | 430 | 24 | 5,2 | 4,4 | *Idem.* |
| | | | 216 | 286 | 11 | 3,7 | | |
| | Produit à base de tétraméthyldiaminotriphénylchlorométhane. — Poudrage ..... | 150 gr. p. 100 kg. | 210 | 424 | 9 | 2,1 | 7,8 | insuffisante |
| | | | 217 | 39 | 6 | 13,3 | | ou nulle. |
| | *Idem.* | 400 gr. p. 100 kg. | 211 | 387 | 12 | 3,0 | 6,8 | *Idem.* |
| | | | 218 | 118 | 14 | 10,6 | | |
| | *Idem.* Trempage..... | 8 p. 1000 | 212 | 446 | 1 | 0,2 | 0,8 | passable. |
| | | | 219 | 129 | 2 | 1,5 | | |
| | *Idem.* Aspersion..... | 400 gr. d. 7 l. d'eau p. 100 kg. | 213 | 392 | 19 | 4,6 | 10,8 | nulle. |
| | | | 220 | 97 | 20 | 17,0 | | |
| | Produit Ca1 à base de sulfate d'oxyquinoleine (2 p. 100), poudrage..... | 200 gr. p. 100 kg. | 100 | 166 | 1 | 0,6 | 0,3 | passable. |
| | | | 204 | 463 | 5 | 1,0 | | |
| | Produit Ca2 à base de sulfate d'oxyquinoleine (2 p. 100), poudrage..... | *Idem.* | 101 | 179 | 7 | 3,2 | 2,1 | insuffisante. |
| | | | 205 | 424 | 5 | 1,1 | | |
| | Poudre Ar. à base de silicate mercurique (1,5 p. 100 Hg.)..... | *Idem.* | 214 | 480 | 4 | 0,9 | 0,4 | bonne. |
| | | | 221 | 55 | 0 | 0 | | |

# RECHERCHES

SUR

# LES AFFINITÉS EXISTANT ENTRE LE DORYPHORE

(*Leptinotarsa decemlineata Say*)

# ET DIVERSES VARIÉTÉS POLONAISES DE POMMES DE TERRE.

---

## PREMIÈRE PARTIE :

## ESSAIS À VERSAILLES

Par Mlle M. Boczkowska,

de l'Institut des Recherches agronomiques de Pulawy (Pologne),
Boursière d'étude en France
(Service des Œuvres françaises à l'étranger et Service de la Recherche et de l'Expérimentation).

---

SOMMAIRE :

*Introduction*. . . . . 192

Chapitre I. — Étude détaillée de la vie et du comportement du Doryphore sur la variété Hetman prise comme repère. . . . . 195

1. Technique utilisée. . . . . 195
2. Caractères évolutifs du Doryphore sur le lieu des essais. . . . . 196
3. Caractères de la variété repère . . . . . 196
4. Le comportement des insectes parfaits de printemps. . . . . 196
5. Ponte. . . . . 198
6. Développement larvaire et nymphal. . . . . 200

Chapitre II. — Comparaison des diverses variétés polonaises avec Hetman. . . . . 203

1. Kmiec. . . . . 203
2. Marszalek. . . . . 206
3. Mazur. . . . . 207
4. Odyniec. . . . . 208
5. Palatyn. . . . . 210
6. Przeboj. . . . . 212
7. Rosafolia. . . . . 212

8. Sobieszynskie ..... 214
9. Stefania. ..... 215
10. Discussion des résultats ..... 216

CHAPITRE III. — Évolution probable du Doryphore en Pologne. ..... 217

1. Climat polonais ..... 217
2. Pronostics d'invasion pour la province de Poznan ..... 219

*Conclusions générales.* ..... 220

## Introduction [1].

### *Participation polonaise aux études sur le Doryphore.*

La marche constante du Doryphore dans la direction nord-est de l'Europe et l'envahissement successif de nouveaux territoires de l'Europe centrale a rendu nécessaire une lutte en commun contre cet ennemi redoutable.

Dans ce but, a été fondé en 1936 le « Comité international pour la lutte en commun contre le Doryphore » avec la participation de représentants non seulement de pays envahis, mais aussi de ceux menacés dans l'avenir par le ravageur. La Pologne, représentée déjà à la séance de 1937, a donné son concours pour les travaux de recherches à partir de l'année 1939. En février 1939, pendant la séance du Comité international tenue à Wageningen, M. MINKIEWICZ, directeur du Département des Maladies et des Ravageurs des Plantes de l'Institut de recherches agronomiques à Pulawy (Pologne), a accepté la proposition de M. TROUVELOT, directeur de la Station centrale de Zoologie agricole à Versailles, d'envoyer un représentant de Pologne pour l'étude des affinités existant entre le Doryphore et les variétés polonaises de pommes de terre.

### *Intérêt des études sur les différences d'attaque des variétés.*

La culture de la pomme de terre, très répandue sur tout le territoire de la Pologne, est d'une grande importance pour l'agriculture et pour l'industrie polonaises. Pour la consommation de table et pour l'élevage, la pomme de terre est indispensable dans tout le pays. La disparition ou même la réduction de cette culture présenterait un danger de famine pour la population paysanne et ouvrière. L'importance industrielle de la pomme de terre a été accrue dans les années dernières par son utilisation dans la fabrication du caoutchouc artificiel.

Les études commencées en 1939 ont eu pour but de rechercher si, parmi les variétés de pommes de terre actuellement en culture, certaines pourraient échapper naturellement à de grands dégâts, ce qui éviterait le traitement antidoryphorique ou en abaisserait le coût.

La résistance partielle aux attaques du Doryphore de certaines variétés de Pommes

[1] La présente étude de Mlle BOCZKOWSKA, déposée en novembre 1939 et dont la publication a dû être différée par suite de circonstances indépendantes de nous, constitue le début d'un ensemble sur le Doryphore représentant le travail de cet auteur pendant son séjour en France.

Nous avons été heureux d'accueillir, dans nos laboratoires français, Mlle BOCZKOWSKA comme représentant des entomologistes agricoles polonais. Tout en précisant de premiers documents de grande importance pour la Pologne, cette entomologiste a apporté une contribution de valeur pour tous les pays dont l'agriculture a déjà à souffrir, ou peut avoir un jour à souffrir, de la présence du Doryphore. (B. TROUVELOT, Directeur de la Station centrale de Zoologie agricole.)

de terre et de *Solanum* divers, a été signalée en France dans les notes de Trouvelot, Dixmeras, Grison et Lacotte [1].

Ces variétés de pommes de terre peuvent présenter des attaques réduites de la part du Doryphore par suite de divers caractères qu'elles possèdent naturellement ou d'autres qui leur sont donnés par un mode de culture particulier. Ces caractères sont :

1° La précocité naturelle et surtout la culture en primeur [2]; leur développement foliaire est alors très avancé au moment où s'effectue la sortie des insectes hibernants et de ce fait les dégâts subis sont relativement faibles;

2° Certaines particularités de l'appareil végétatif; par exemple la croissance prolongée des bouquets foliaires, qui continuent à croître et remplacent les feuilles plus vite que celles-ci ne disparaissent par suite des dégâts;

3° Une faible action rétentive exercée par les plantes sur les insectes parfaits et sur les larves;

4° Une réduction de la fécondité des femelles vivant sur les plantes;

5° Des défectuosités évolutives pour l'insecte, défectuosités se traduisant par l'élévation du taux de la mortalité parmi les insectes parfaits et parmi les larves.

Dans tous les cas cités, la nocivité pratique du Doryphore se trouve plus ou moins réduite, si bien que la présence du Doryphore devient supportable pour l'agriculture et les pertes occasionnées par l'insecte ne dépassent pas les frais du traitement antidoryphorique.

Le traitement chimique employé à présent est coûteux et son montant varie suivant les pays. En France, les frais représentent 5 à 10 p. 100 du prix de revient des pommes de terre courantes; aux États-Unis le prix relatif moyen est un peu moindre (en 1939). En Pologne, les dépenses pour le traitement en question seront plus élevées, les produits chimiques étant plus chers que dans les autres pays. Le rapport entre le montant des frais et le prix de revient de la pomme de terre augmente d'autant plus que celle-ci compte parmi les produits agricoles bon marché. C'est pourquoi la question de pommes de terre peu sensibles à l'insecte présente un intérêt particulier pour la Pologne.

### *Lieux de travail et méthodes d'étude.*

Nos travaux d'observation et d'expérimentation ont été exécutés dans le jardin et au laboratoire de la Station centrale de Versailles pendant les mois de juin, juillet, août et septembre 1939.

Les résultats obtenus ont été groupés dans les tableaux récapitulatifs précisant les particularités de chaque variété.

Sur chaque variété nous avons étudié en détail :

*a.* L'activité des insectes printaniers et surtout la fécondité de ceux-ci (répartition des pontes printanières; total des pontes; nombre moyen des œufs par ponte et ses variations selon les essais ou dans le temps; moyenne des œufs correspondant par jour

[1] Trouvelot, Grison et Dixmeras. — Remarques sur les différences d'attaque par le Doryphore de variétés courantes de pommes de terre. *Compte rendu de l'Académie d'Agriculture de France*, 1936.

Trouvelot, Grison, Dixmeras et Lacotte. — Remarques sur les rapports biologiques entre le Doryphore et diverses variétés de pommes de terre. *Revue de Pathologie végétale et d'Entomologie agricole de France*, 1937.

[2] Trouvelot. — Le Doryphore et la culture des pommes de terre de primeur. *Bulletin de la Société nationale d'Horticulture de France*, 1936.

à une femelle en observation, moyenne appelée « fécondité relative » ; classement des pontes par catégories selon leur richesse en œufs) ;

*b.* Le développement larvaire et nymphal en été et le taux de survie de l'insecte à ses divers âges et stades, au cours de la belle saison. Pour préciser ces éléments, nous avons suivi en laboratoire des pontes examinées isolément, puis fixé avec les individus qui en sont issus : la durée minimum de chaque âge larvaire, de l'activité larvaire et du développement complet ; le nombre d'individus de chaque âge ; le pourcentage des insectes parfaits d'été par rapport aux œufs, aux larves du premier âge et aux nymphes présumées. En même temps, nous suivions le devenir de pontes laissées en plein air.

Les résultats d'une seule année ne pouvant être considérés suffisants pour une étude définitive, nous croyons préférable de ne présenter tous les détails du travail que sur une seule variété, choisie comme « repère biologique », afin de montrer la méthode suivie. Les autres variétés seront seulement comparées à cette variété repère en précisant leurs particularités différentielles. Des graphiques faciliteront l'exposé comparatif des phénomènes analysés.

La guerre a rendu impossible, pour le moment, le groupement de tous les documents voulus concernant l'origine et les caractères des variétés employées, les caractères météorologiques des dernières années en Pologne. Tous les détails manquants seront ajoutés dans des notes ultérieures, car le travail commencé sur les variétés polonaises se poursuivra dès que possible.

Je suis heureuse d'exprimer ici toute ma gratitude à M. le directeur B. Trouvelot qui m'a accueillie dans son laboratoire de la Station centrale de Zoologie agricole à Versailles, m'a guidée de ses précieux conseils, m'a offert en même temps la meilleure ambiance pour mon travail et qui ne cesse de me témoigner sa bonté pendant le temps triste et dur où je suis séparée de ma patrie.

Je tiens également à remercier M. Grison, chef de travaux à la Station centrale de Zoologie agricole, qui m'a initiée aux détails techniques voulus pour conduire les recherches présentes et m'a permis de profiter de son expérience acquise pendant plusieurs années de travail sur le Doryphore.

En même temps, je dois remercier M. Fouré, aide du laboratoire, qui faisait avec moi tous les relevés jusqu'au jour de sa mobilisation.

Qu'il me soit permis enfin d'adresser ici un souvenir à mon maître polonais, M. le Recteur, M. Siedlecki, professeur de zoologie de l'Université de Cracovie, martyrisé et décédé au camp allemand de Sachsenhausen-Oranienburg, mon premier maître, à qui je suis redevable d'avoir éveillé mon goût pour les recherches scientifiques et d'avoir guidé mes premiers pas dans son Institut de Zoologie de Cracovie.

J'exprime également ma gratitude à M. le professeur S. Minkiewicz [1], directeur du Département des Maladies et des Ravageurs des plantes à l'Institut agronomique de Pulawy, membre du Comité de la lutte en commun contre le Doryphore, qui m'a envoyée en France pour participer aux recherches sur cet insecte ; à M. Dzikowski, directeur du Service de l'Amélioration de la Pomme de terre à l'Institut agronomique de Bydgoszcz (filiale de Pulawy) pour le choix et l'envoi des variétés utilisées dans mes expériences ; parti aux armées polonaises en septembre 1939, il n'est pas rentré et son sort est inconnu.

[1] Décédé le 2 février 1944 à Pulawy.

# CHAPITRE PREMIER.

## ÉTUDE DÉTAILLÉE DE LA VIE ET DU DÉVELOPPEMENT DU DORYPHORE SUR LA VARIÉTÉ HETMAN PRISE COMME REPÈRE.

### 1. *Technique utilisée.*

Une première catégorie de relevés portait sur la fécondité des insectes printaniers.

Comme les insectes printaniers ont besoin de se nourrir abondamment avant de commencer à pondre, l'une des influences de l'aliment sur l'insecte se trouve définie en étudiant l'augmentation ou la diminution du nombre des œufs pondus, lorsque les couples printaniers consomment exclusivement chaque variété mise en étude. Pour ces essais, nous avons placé deux couples d'insectes printaniers sur chaque plante essayée; et pour chaque variété, on a utilisé deux plantes couvertes par des cages individuelles; dans chaque relevé on notait l'activité des insectes et le nombre des pontes, puis des œufs, en ayant soin chaque fois d'enlever toutes les pontes déposées. Les dates des relevés successifs, marquées sur le graphique n° 1, étaient les mêmes pour toutes les variétés.

La seconde catégorie de relevés concernait le développement larvaire; un autre caractère de l'influence de la plante hôte sur le Doryphore est en effet donné par la plus ou moins grande invasion larvaire, laquelle règle l'intensité des dégâts. D'une part nous avons suivi en laboratoire le développement de larves venant d'une ponte connue; d'autre part, nous opérions en plein air pour avoir entre les diverses variétés des indications comparatives sur la mortalité larvaire, la durée du développement et ses défectuosités possibles. Une plante par variété, isolée sous cage individuelle, a été contaminée avec trois couples d'insectes. Après une semaine, les cages étaient enlevées et une seule ponte était laissée sur la plante, les autres étant supprimées. Lorsque les insectes n'ont pas pondu sur la plante en cage (cas de la variété Hetman), nous avons placé sur celle-ci une ponte éclose en laboratoire et provenant d'insectes nourris avec son feuillage [1].

[1] **Les abréviations et la terminologie employées sont établies comme suit :**

Les abréviations correspondent aux conventions ci-après en usage au laboratoire du Doryphore de Versailles et dans ses annexes.

**IPp : insecte parfait printanier (insecte ayant hiverné).**

**IPé : insecte parfait d'été (insecte de la première génération, c'est-à-dire issu des pontes printanières).**

**IPa : insecte parfait automnal (insecte de la seconde génération, issu des pontes d'IPé).**

**L : Larve (les chiffres 1, 2, 3, 4, parfois ajoutés indiquent les âges).**

**N : Nymphe.**

La terminologie que nous utilisons pour définir certains coefficients ou rapports a été créée par nous. Son origine et son intérêt pour les études seront détaillés dans une note spéciale.

IJ ou *insectes* × *jours* : cet indice est obtenu en multipliant le nombre des insectes notés à un relevé par le nombre des jours écoulés depuis le relevé précédent. On totalise l'ensemble des résultats obtenus pendant une certaine période.

FJ ou *femelles* × *jours* : nombre des IJ divisé par deux, car le nombre des femelles est présumé la moitié des insectes présents. (Les sexes n'ont pas été spécialement examinés.)

Fécondité générale : total des œufs pondus par le même nombre d'insectes sur chacune des variétés de pomme de terre étudiées.

Fécondité journalière : quotient obtenu en divisant la «fécondité générale» par le nombre des jours de la période des pontes (sans tenir compte de la mortalité des IPp).

Fécondité relative : quotient obtenu en divisant la «fécondité générale» par l'indice FJ.

*Ponte moyenne* : moyenne du nombre des œufs par ponte, déposés par une ou plusieurs femelles, pendant une période d'étude déterminée.

*IPé présumés* : nombre d'IPé que l'on devrait obtenir du total des œufs (*fécondité générale*), tenant compte de la mortalité moyenne à divers stades des larves alimentées avec une seule variété.

### 2. *Caractères évolutifs du Doryphore sur le lieu des essais.*

D'après les observations en plein air faites à Versailles sur l'invasion naturelle du Doryphore en 1939, les insectes hibernants ont commencé leur sortie à partir du 22 avril; le nombre des insectes sortis augmenta graduellement par la suite et le maximum d'abondance fut observé le 19 mai. Les premières pontes ont été notées à partir du 13 mai. L'incubation durait alors une semaine environ, un réchauffement sensible étant survenu pendant la fin mai et le début de juin.

Les insectes parfaits d'été (IPé) ont commencé à sortir de terre le 7 juillet; les premiers enfouissements ont eu lieu le 21 juillet; les pontes par les individus restant sur les plantes (début de la seconde génération) ont été marquées à partir du 19 juillet. La seconde invasion larvaire (peu nombreuse, le maximum de ces larves représentait 2 p. 100 du maximum de la première invasion) dura trois semaines en août; les rares insectes parfaits d'automne (IPa), auxquels elle donna naissance, sont sortis fin août et début de septembre.

### 3. *Caractères de la variété repère.*

La variété Hetman, choisie comme repère biologique, provient d'un croisement effectué par S.-A. Siew à Wloszanowo, province de Poznan.

Dans son lieu d'origine elle est cataloguée comme tardive, féconde, taille moyenne de 70 à 80 centimètres, floraison en juillet, résistante à la galle verruqueuse et à diverses autres maladies, se prêtant à la culture sur des sols médiocres ou bons, mais humides; bonne à employer pour la consommation de table ou pour l'élevage.

En France, où elle a été cultivée au cours des dernières années, elle s'est classée comme demi-tardive, taille 60 à 70 centimètres [1]. Dans nos essais de 1939, elle a présenté un port couché vers la fin de la saison et un rendement de 0,555 kilogramme par plant; tubercules moyens (6 par plant).

En ce qui concerne son affinité pour le Doryphore, nous notons que sur les plantes non isolées sous cages, une invasion naturelle de Doryphore a eu lieu, mais elle n'amena pas de dégâts graves.

Sur les deux plantes spécialement essayées sous cages individuelles, les résultats obtenus sont homogènes et se placent dans la moyenne parmi ceux notés sur les autres variétés, jamais comme extrêmes. Ces divers caractères désignent Hetman comme un bon «repère» pour nos études biologiques comparatives.

### 4. *Comportement des insectes parfaits de printemps.*

Les insectes parfaits printaniers isolés sur la variété Hetman ne montrent aucune répulsion à son égard. Au moment des relevés la plupart des insectes se trouvaient sur la plante. Un cas contraire observé, au début de l'expérience, peut être expliqué par la période pluvieuse de la fin de juin. La mortalité importante datant du 12 août, c'est-à-dire sept semaines après le début de l'expérience, ne peut être attribuée à l'action de la plante. La dernière femelle vivante jusqu'au 6 septembre pondait jusqu'au dernier relevé.

[1] D'après les renseignements donnés par M. Crepin, Directeur de la Station d'amélioration des plantes de la grande culture à Versailles.

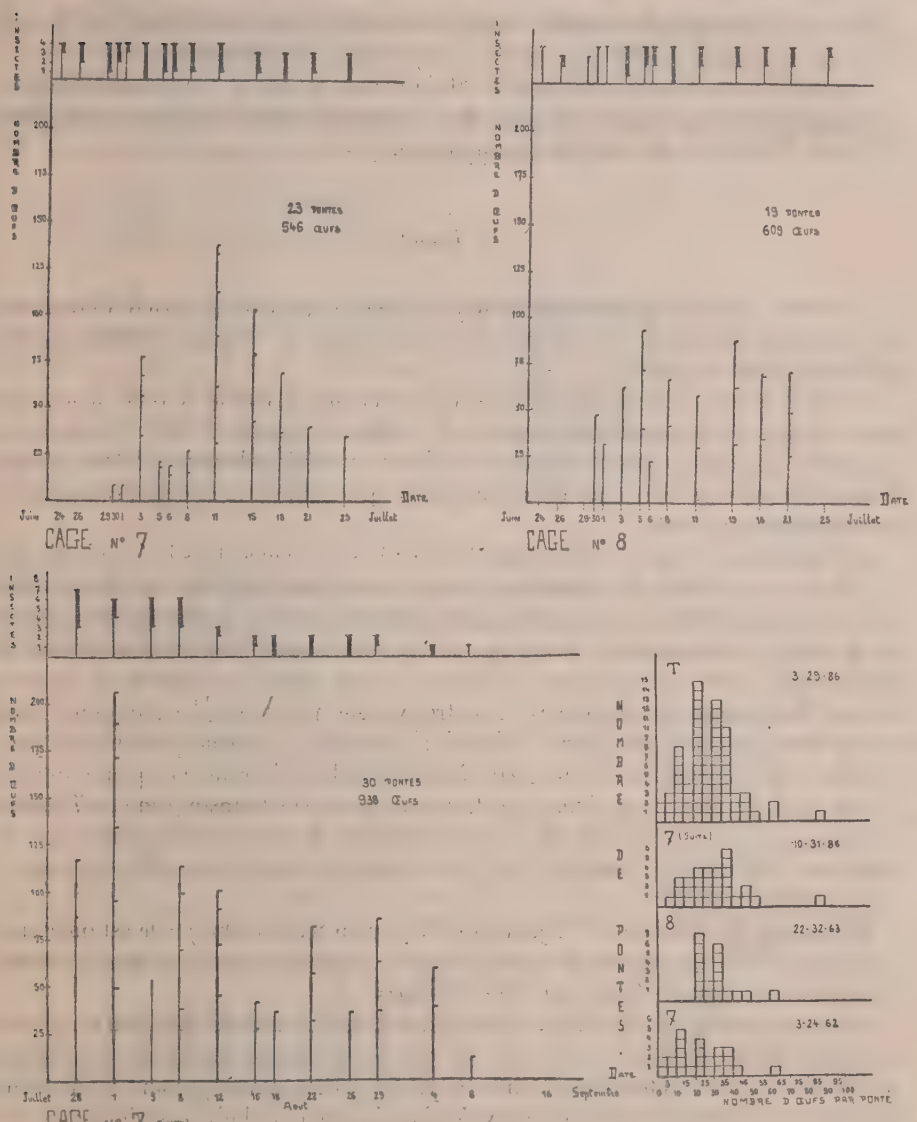



**Planche I.** — *Insectes et pontes sur la variété Hetman.*

*Graphique 1.* — Nombre des insectes parfaits et des œufs sur la plante de la cage n° 7 avant le 25 juillet.

*Graphique 2.* — Mêmes éléments pour la cage n° 8.

*Graphique 3* — Mêmes éléments pour la cage n° 7 après le 25 juillet.

Sur les barres verticales indiquant le nombre des insectes, les parties pleines correspondent aux insectes situés sur la plante au moment des relevés.

Sur celles indiquant le nombre des œufs, les petits traits horizontaux délimitent les pontes, les plus fortes de celles-ci étant placées à la partie basse des graphiques.

*Graphique 4.* — Récapitulation des caractères de la ponte. Chaque ponte est indiquée par un carré et celui-ci est placé plus ou moins à droite sur le graphique selon le nombre des œufs contenus dans la ponte. En haut, graphique totalisant les trois essais.

Entre les deux cages de la même variété, on voit d'après les graphiques 1 et 2 qu'il n'y a pas de grandes différences dans le comportement des insectes.

Un insecte est mort accidentellement le 26 juin, dans la cage n° 8, vraisemblablement par suite du séjour prolongé des insectes dans la cave où ils étaient gardés avant le début de l'essai. L'insecte a été remplacé par un autre.

### 5. *Ponte.*

Le nombre total des pontes relevées dans les deux cages pour la variété Hetman est de 75, dont 3 mangées (c'est pourquoi on a tenu compte de 72 pontes seulement pour calculer la ponte moyenne).

Le nombre total des œufs (2.093) n'atteint même pas la moitié de celui déposé par quatre couples sur le témoin biologique de Versailles, la Saucisse (4.400). Pourtant, en comparant ce nombre avec ceux obtenus sur d'autres variétés polonaises, Hetman occupe le troisième rang; il est de un quart plus faible que celui de la variété Przeboj qui a reçu le maximum d'œufs.

La répartition des pontes et des œufs par relevé est présentée dans les graphiques 1, 2 et 3. Le retard relatif du commencement des pontes paraît être un caractère particulier à la variété Hetman. Les premières pontes ont été déposées dans huit jours, à partir de la date de contamination, tandis que sur le témoin biologique (Saucisse), dans la grande cage, nous avons trouvé les premiers œufs dès le lendemain de la mise en cage des insectes. Sur la plupart des autres variétés polonaises, les pontes ont commencé deux à quatre jours après l'apport des insectes. La même particularité pour Hetman a été confirmée dans un essai où trois couples d'insectes par plante ont été placés dès le 28 juin. Nous n'avons pas trouvé de ponte sur Hetman jusqu'au 7 juillet, alors que sur d'autres variétés elles se sont produites de deux à quatre jours après le début de l'essai. Mais ce retard relatif n'a pas empêché les insectes de pondre une quantité importante d'œufs.

La durée de la ponte fut de 71 jours (du 29 juin au 8 septembre), elle est inférieure seulement à celles correspondant aux deux variétés polonaises pour lesquelles le nombre d'œufs pondus dépasse également celui d'Hetman.

Sur les graphiques 1, 2 et 3 (pl. I) des petits traits horizontaux séparent les pontes de chaque relevé; les plus fortes pontes sont placées en bas, puis, en montant, viennent les pontes de plus en plus faibles. On note que les petites pontes pendant les premiers relevés ne se trouvent que dans la cage n° 7; dans la cage n° 8 il n'y a pas de pontes très faibles.

Le graphique n° 4 de la planche I représente toutes les pontes de la variété Hetman classées suivant leur richesse en œufs. A part une ponte de 86 œufs et deux pontes de 62 œufs chacune, le graphique présente une grande régularité; les pontes moyennes, du milieu, sont les plus nombreuses et le nombre de pontes dans les catégories extrêmes diminue graduellement. Seule une petite irrégularité apparaît dans la catégorie de 26-30 œufs : ici le nombre des œufs et des pontes est sensiblement inférieur à celui des deux catégories voisines. La catégorie de 16-20 œufs montre aussi une diminution relative.

La planche II présente les variations de la ponte moyenne pour chaque relevé. Ces variations sont visiblement différentes pour les deux cages; la cage n° 8 n'a que deux grands écarts, les autres moyennes se rapprochent de la moyenne générale; dans la cage

n° 7 (graphique 8) la moyenne générale est toujours éloignée des moyennes particulières et ne touche à aucun sommet.

*Fécondité relative.* — Sur la même planche II, nous avons représenté la fécondité relative qui, dans notre essai, dépend de deux facteurs :

1° Du nombre de femelles présentes;

2° Du nombre de jours de leur activité.

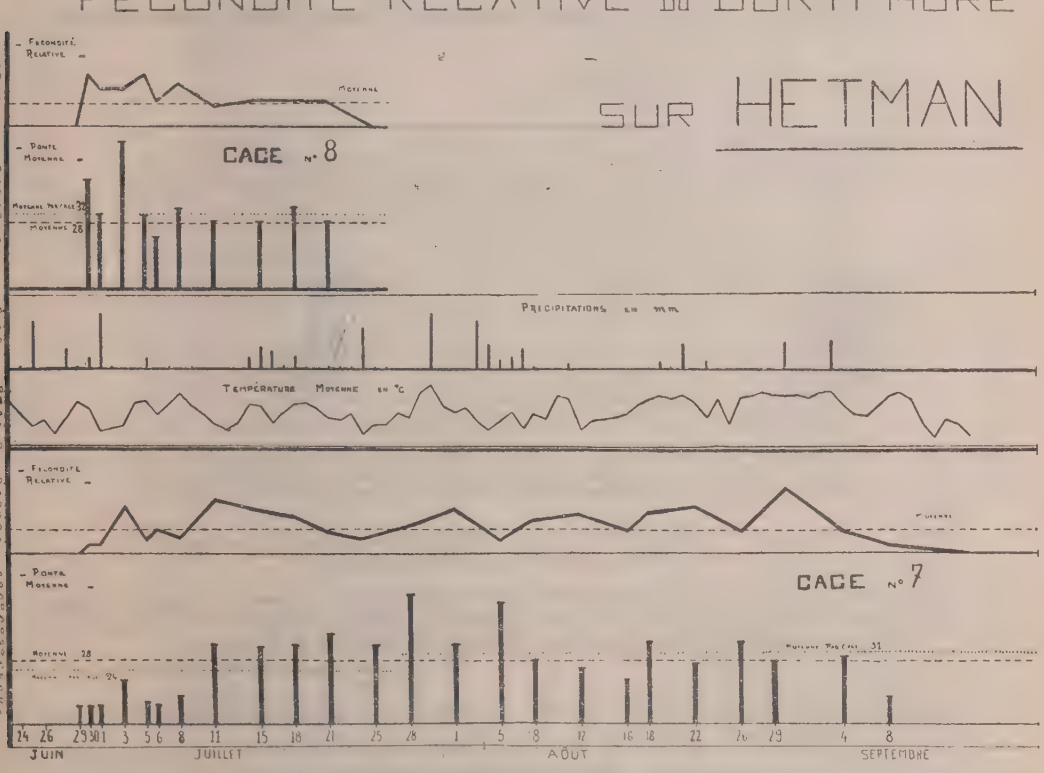



PLANCHE II.

*Graphique 5* (en bas, cage n° 7). — Les gros traits verticaux indiquent le nombre moyen des œufs dans toutes les pontes observées à un même relevé (ponte moyenne). Les traits horizontaux en pointillé, ou en tirés indiquent respectivement les moyennes particlles pour deux périodes, puis la moyenne générale. Au dessus, courbe de la fécondité relative. (Rapport entre le nombre des œufs et celui des femelles × jours.)

*Graphique 6* (au milieu). — Température moyenne journalière et, au dessus, précipitations.

*Graphique 7.* — Établi comme le graphique 5, mais concerne la cage n° 8.

Notre calcul s'est effectué en multipliant le nombre des insectes relevés par le nombre de jours écoulés depuis le relevé précédent (IJ). Ce chiffre doit être rectifié, car nous avons noté le nombre global des insectes sans faire attention à leur sexe. Présumant que

le nombre des femelles est équivalent à la moitié de celui des insectes présents, nous divisons le nombre d'IJ par deux. Le quotient donne le nombre des femelles-jours (FJ).

Le nombre des œufs (O) ramassés à chaque relevé divisé par le nombre correspondant de femelles-jours (FJ) donne la fécondité relative ($f$) suivant la formule : $f = \frac{O}{FJ}$.

La courbe représente les variations de la fécondité relative et la ligne droite — la fécondité relative moyenne.

Pour obtenir la fécondité relative moyenne, nous avons divisé le nombre total des œufs par le nombre total des femelles-jours de toute la période des relevés.

### 6. *Développement larvaire et nymphal.*

La fécondité n'est qu'un des facteurs déterminant le danger d'une invasion dorypho-

HETMAN

| N° de ponte / Date | Durée minimale en jours | | | | | | | | Nombre total par ponte | | | | | | | | | | Rapports en % | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Incubation | Larves I^re^ âge | Larves II^e^ âge | Larves III^e^ âge | Larves IV^e^ âge | Nymphose | Vie larvaire | Développement complet | Œufs | Larves I^re^ âge | Larves II^e^ âge | Larves III^e^ âge | Larves IV^e^ âge | Nymphes présumées | IP vivants : Sortis | IP vivants : Enfoui | IP morts : A la sortie | IP morts : Dans le sol | IP / Œufs | IP / L1 | IP / N | IPR / IPS |
| 50/8 | 8 | 3 | 3 | 4 | 7 | 17 | 17 | 42 | 32 | 30 | 30 | 27 | 18 | 17 | 6 | 2 | 2 | 10 | 19 | 20 | 35 | 33 |
| 77/7 | 7 | 3 | 2 | 4 | 6 | 19 | 16 | 42 | 11 | 11 | 11 | 11 | 9 | 9 | 7 | 0 | 1 | 2 | 64 | 64 | 78 | 0 |
| 74/7 | – | – | – | – | – | – | – | – | 11 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 80/7 | 7 | 3 | 3 | 4 | 7 | 16 | 17 | 40 | 35 | 29 | 29 | 22 | 18 | 16 | 12 | 1 | 4 | 4 | 34 | 41 | 75 | 8 |
| 81/8 | 7 | 4 | 4 | 4 | 7 | – | – | – | 63 | 4 | 4 | 4 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | – | – | – | – |
| Moy | 7 | 3 | 3 | 4 | 7 | 17 | 17 | 41 | Total 152 | 74 | 74 | 64 | 47 | 44 | 25 | 3 | 8 | 16 | 16 | 34 | 57 | 12 |

**Tableau 1.** — *Développement, en laboratoire, d'insectes issus de pontes isolées, puis alimentés avec les feuilles de Hetman.*

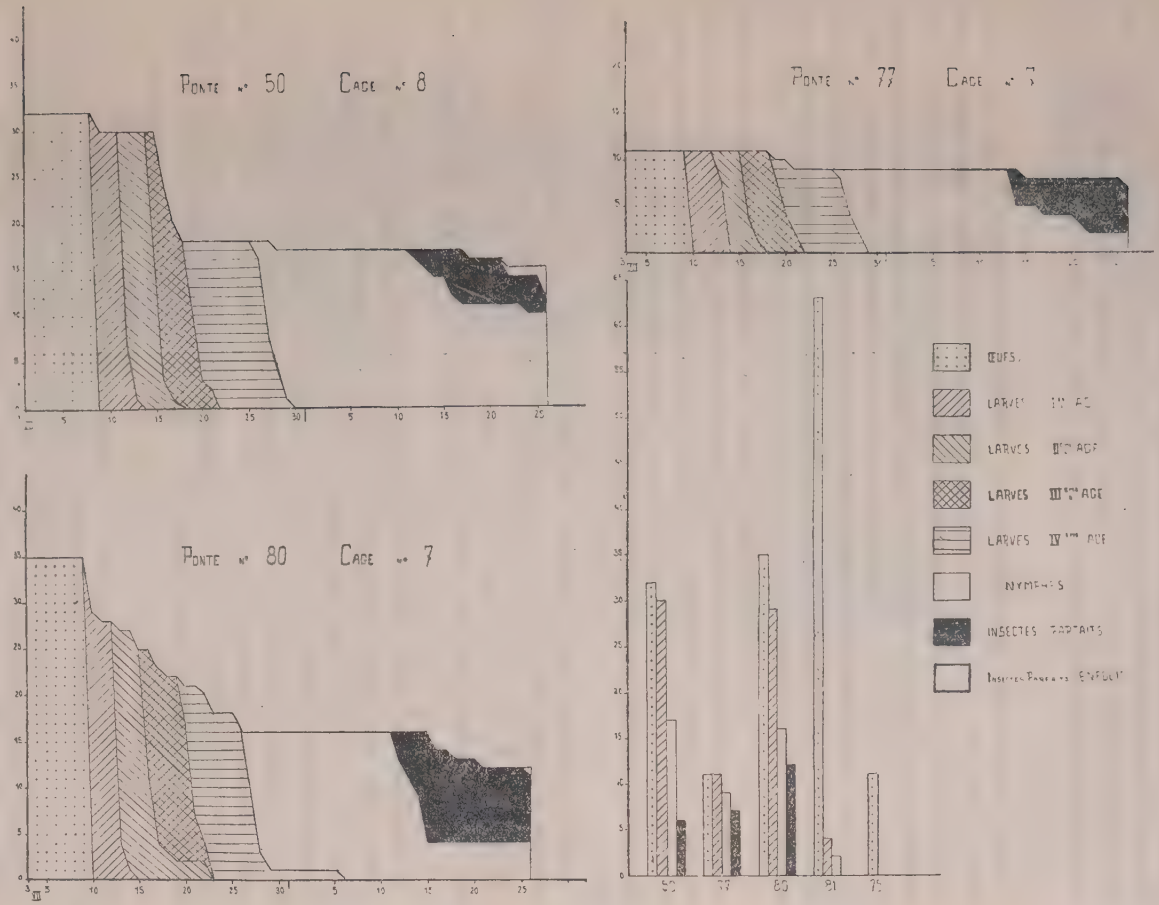
Les 5 pontes sont indiquées, par les numéros d'ordre. Pour chacune, se trouve à droite les chiffres des relevés ou les rapports calculés. En bas, figurent les moyennes correspondant à la durée d'un même stade dans les différents élevages, ou aux totaux d'individus d'un même stade.

rique dans les champs. Un autre facteur, également très important et venant ensuite, est la fertilité des œufs, qui permet de suivre l'importance de la future invasion larvaire.

Le développement des larves alimentées exclusivement avec une seule variété donne aussi des indications précieuses sur les affinités de la plante pour l'insecte.

L'attirance ou la répulsion exercée par la plante sur les larves, l'influence de l'aliment sur les âges larvaires, sur la métamorphose et sur la durée du développement complet, peuvent être commodément étudiées en laboratoire, mais elles doivent être suivies par des essais parallèles en plein air, où l'on peut en même temps observer l'influence du microclimat naturel qui échappe à l'observation quand on nourrit les insectes avec des feuilles coupées (tableau I).

*Eclosion des larves.* — Sur les cinq pontes les plus précoces déposées sur notre variété repère (1^er^-3 juillet), une (n° 74) était totalement stérile et l'autre (le n° 81) l'était en majeure partie (sur 63 œufs, 4 éclos). Les détails des développements larvaires ob-




*Graphique 8.* — Larves, puis insectes parfaits issus de la ponte 50.

(Se reporter à la légende située à droite de la planche pour les indications concernant les signes conventionnels.)

*Graphique 9.* — L. et IP. issus de la ponte 77.

*Graphique 10.* — L. et IP. issus de la ponte 80.

*Graphique 11.* — Rapport entre les O, LI, N et IP, pour toutes les pontes suivies sur Hetman.

PLANCHE III. — *Développement complet du Doryphore, en laboratoire, sur les feuilles de Hetman.*

tenus avec les autres en laboratoire sont présentés dans les graphiques n°s 8, 9 et 10. Planche III. Sauf pour les individus provenant de la ponte n° 81 qui était à peu près stérile et qui n'a pas donné d'IPé, le comportement des larves provenant des cages n°s 7 et 8 et alimentées par les feuilles de Hetman, ont montré divers traits communs indiqués plus bas.

*Durée des âges larvaires et mortalité des larves.* — La durée minimum de chaque âge larvaire est assez constante. Les durées du premier et du second âge sont presque égales, celles des troisième et quatrième âges augmentent graduellement. La mortalité des larves du premier âge est nulle ou insignifiante, puis elle augmente un peu au deuxième âge, atteint son maximum au troisième âge pour décroître visiblement au quatrième. Le même phenomène de mortalité prononcée au cours du troisième âge larvaire a été observé également chez les larves alimentées avec les autres variétés. La mort paraît ici être due à une infection microbienne.

M. Metalnikov a isolé des larves mortes un microbe pathogène, qui provoque la mort des larves à tout âge, mais au minimum 5 jours après l'infection artificielle (période d'incubation). D'après ces informations nous pouvons supposer que les larves du troisième âge ne sont pas plus sensibles que les autres, mais seulement qu'elles ont vécu assez longtemps pour subir l'action mortelle résultant de la multiplication du microbe pathogène.

La durée totale de l'activité larvaire — 17 jours au laboratoire — semble être un peu prolongée en comparaison avec les larves nourries sur les autres variétés polonaises.

*Nymphose.* — La durée minimum de la nymphose — 17 jours — est la plus courte de toutes celles relevées pour les variétés essayées (trois présentent une durée identique; les six autres ont une durée plus longue).

La nymphose des larves alimentées sur Hetman présente un résultat remarquable; le pourcentage d'IPé sortis par rapport aux nymphes est maximum. Le tamisage révèle que dans le sol on trouve presque toujours des IP morts et pas de nymphes mortes.

La mortalité des IP semble être due alors à l'infection et non aux suites d'une alimentation défectueuse; au contraire, l'alimentation paraît être tout à fait suffisante pour aboutir à la métamorphose complète.

La même particularité a été observée en plein air; toutes les larves descendues pour la nymphose ont donné des IP vivants.

*Insectes parfaits d'été.* — Parmi les IPé sortis au laboratoire, nous n'avons pas remarqué de tendance à l'enfouissement. Le pourcentage des insectes récnfouis est plus bas chez les insectes élevés sur Hetman que chez ceux provenant des autres variétés. Nous n'avons pas observé d'accouplement. Les IPé provenant de l'élevage sur Hetman en plein air n'ont pas été suivis.

D'après le nombre d'œufs pondus par les quatre couples dans les cages n°s 7 et 8 et le pourcentage d'IP sortis des œufs élevés, nous avons calculé le nombre présumé d'IP pouvant sortir du total des œufs. Le nombre des IPé obtenus sur Hetman est égal à 335. Par comparaison avec les autres variétés, c'est un nombre assez faible; il n'y a que deux variétés pour lesquelles nous avons obtenu un résultat moindre; tous les autres le surpassent, quelques-uns même considérablement. Tout de même, le nombre de 335 insectes comme descendance de quatre couples représente déjà un danger sérieux.

Le rapport entre deux générations consécutives peut s'exprimer alors par les chiffres 1 : 42. Si l'on ajoute encore la diminution de la mortalité des IPé dans le sol en plein air, on peut librement arrondir le rapport mentionné jusqu'à 1 : 50.

Comme les IPé sortis n'ont pas montré de tendance à l'enfouissement précoce, on peut s'attendre à ce que les IPé sortis s'alimentent avec des feuilles restantes après l'invasion larvaire; il s'ensuit une augmentation de la période de nocivité de l'insecte vis-à-vis de la variété Hetman.

## CHAPITRE II.

### COMPARAISON DES DIVERSES VARIÉTÉS POLONAISES AVEC HETMAN.

Les résultats chiffrés apportés par les relevés ont été groupés dans les tableaux 2, 3, 4 et 5 et dans les graphiques des planches IV et V. La discussion et l'interprétation de ces documents est donnée dans les paragraphes qui suivent et qui correspondent surtout à des études comparatives.

### 1. *Kmiec.*

Les caractères végétatifs de Kmiec sont très particuliers. La plante est haute et robuste; ses tiges sont grosses, très fortes, jamais couchées. La largeur de ses touffes ne dépasse pas la hauteur; le port est dressé et feuillu. Les feuilles sont larges, épaisses et coriaces; adultes, elles ont une consistance ressemblant assez à celle des feuilles de Bintje.

Le rendement dépasse largement celui de Hetman et les tubercules sont très gros.

Les plantes hors expérience ne furent pas attaquées par le Doryphore. Les pontes ne se trouvaient que bien rarement sur leurs feuilles.

D'après les relevés faits dans les cages, la «fécondité générale» en plein air du Doryphore sur Kmiec est très proche de celle observée sur le repère et la dépasse même légèrement. Le nombre des pontes est un peu plus élevé mais l'abondance moyenne des œufs par ponte un peu plus faible. Le nombre des pontes et des œufs pendant la seconde période des observations (après le 25 juillet) est seulement le tiers de celui de la première période; ces pontes tardives étaient aussi moins riches en œufs que les premières. La fécondité relative apparaît inférieure à celle du repère mais la fécondité relative moyenne dépasse celui du repère de 19 p. 100; d'après ce dernier chiffre, on pourrait s'attendre à un danger d'invasion plus fort sur cette variété que sur Hetman.

Les larves alimentées au laboratoire avec les feuilles de Kmiec ont montré une durée minima de développement complet de chaque stade, ressemblant beaucoup à celles caractérisant les élevages sur Hetman. Par contre, le nombre des larves obtenues sur Kmiec dépasse celui des larves présentées sur Hetman dans les mêmes conditions d'élevage (il arrive même au double pour le quatrième âge). Ce nombre élevé de larves est à attribuer surtout à la fertilité de presque tous les œufs, dont l'action n'a été contrebalancée par une mortalité larvaire appréciable qu'au cours du troisième âge.

Le nombre total des IP sortis de ces élevages est relativement élevé; un accouplement a même été observé. Ce nombre comparé à celui des œufs mis en essai donne un coefficient de 64 p. 100 plus élevé que celui caractérisant les insectes vivant sur Hetman, et il se place parmi les plus élevés notés dans toutes nos études. Toutefois, le pourcentage des IP sortis par rapport aux nymphes, est sur Kmiec un peu inférieur au coefficient correspondant relevé sur Hetman.

En tenant compte de la fécondité assez élevée obtenue en cage puis des bons élevages en laboratoire, nous obtenons sur Kmiec un nombre présumé d'IPé 576, le plus élevé

T. 2 FÉCONDITÉ DU DORYPHORE SUR LES VARIÉTÉS POLONAISES DE LA POMME DE TERRE

TABLEAU RÉCAPITULATIF

| VARIÉTÉS / NUMÉRO DES CAGES | NOMBRE DE PONTES | | | NOMBRE D'ŒUFS | | | MOYENNE D'ŒUFS PAR PONTE | | | NOMBRE DE JOURS DE PONTE | | | | MOYENNE D'ŒUFS PAR JOUR. | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | PAR CAGE | | TOTAL PAR VARIÉTÉ | PAR CAGE | | TOTAL PAR VARIÉTÉ | PAR CAGE | | PAR VARIÉTÉ | PAR CAGE | | PAR VARIÉTÉ | | PAR CAGE | | PAR VARIÉTÉ | |
| | Au 25 Juillet | Après le 25 Juillet | | Au 25 Juillet | Après le 25 Juillet | | Au 25 Juillet | Après le 25 Juillet | | Au 25 Juillet | Après le 25 Juillet | INDICE GLOBAL | PÉRIODE EFFECTIVE | Au 25 Juillet | Après le 25 Juillet | PAR RAPPORT A L'INDICE GLOBAL | PAR RAPPORT A LA PÉRIODE EFFECTIVE |
| HETMAN N° 7 | 23 | 30 | 72+(3) | 546 | 538 | 2093 | 24 | 31 | 29 | 22 | 45 | 93 | 23/VI-8/IX 71 | 21 | 21 | 23 | 30 |
| 8 | 19 | | | 609 | | | 32 | | | 22 | | | | 28 | | | |
| KMIEĆ 9 | 15 | 24 | 76+(2) | 587 | 516 | 2132 | 39 | 21 | 27 | 29 | 41 | 101 | 24/VI-8/IX 76 | 20 | 13 | 21 | 28 |
| 10 | 37 | | | 1029 | | | 28 | | | 31 | | | | 33 | | | |
| MARSZAŁEK 15 | 28 | 29 | 76 | 736 | 595 | 1883 | 26 | 21 | 25 | 26 | 27 | 75 | 23/VI-23/VIII 61 | 28 | 22 | 25 | 31 |
| 16 | 19 | | | 552 | | | 29 | | | 22 | | | | 25 | | | |
| MAZUR 1 | 24 | | 58+(2) | 657 | | 1630 | 27 | | 28 | 16 | | 46 | 23/VI-16/VIII 48 | 41 | | .35. | 34 |
| 2 | 32 | 2 | | 959 | 14 | | 30 | 7 | | 26 | 4 | | | 37 | 4 | | |
| ODYNIEC 19 | 32 | 14 | 69 | 709 | 222 | 1473 | 22 | 16 | 21 | 21 | 30 | 75 | 23/VI-23/VIII 61 | 30 | 7 | 20 | 24 |
| 20 | 23 | | | 542 | | | 19 | | | 21 | | | | 26 | | | |
| PALATYN 11 | 22 | 30 | (-104) 59+(1) | 500 | 560 | (2120) 1252 | 23 | 19 | 21 | 22 | 41 | 68 | 23/VI-4/IX 67 | 23 | 14 | (26) | (32) |
| 12 | 7 | | | 192 | | | 27 | | | 5 | | | | 38 | | 18 | 18 |
| PRZEBÓJ 3 | 25 | 57 | 119 | 714 | 1108 | 2812 | 29 | 19 | 24 | 31 | 45 | 105 | 24/VI-8/IX 76 | 23 | 25 | 27 | 37 |
| 4 | 37 | | | 990 | | | 27 | | | 29 | | | | 34 | | | |
| ROSAFOLIA 13 | 16 | 9 | 46 | 340 | 240 | 1410 | 21 | 27 | 31 | 11 | 18 | 59 | 26/VI-16/VIII 51 | 31 | 13 | 24 | 28 |
| 14 | 21 | | | 830 | | | 40 | | | 28 | | | | 30 | | | |
| SOBIESZYŃSKIE 17 | 45 | 12 | 83+(2) | 1021 | 220 | 1781 | 23 | 18 | 21 | 29 | 14 | 73 | 24/VI-8/VIII 45 | 35 | 16 | 24 | 40 |
| 18 | 26 | | | 540 | | | 21 | | | 30 | | | | 18 | | | |
| STEFANIA 5 | 25 | 12 | 79 | 628 | 123 | 1932 | 25 | 10 | 24 | 26 | 22 | 77 | 26/VI-16/VIII 51 | 24 | 6 | 25 | 38 |
| 6 | 42 | | | 1172 | | | 28 | | | 27 | | | | 43 | | | |

TABLEAU 2. — *Fécondité du Doryphore sur les variétés polonaises de la Pomme de terre.*

Tableau récapitulatif.

## T. 3 FÉCONDITÉ DU DORYPHORE SUR LES VARIÉTÉS POLONAISES DE LA POMME DE TERRE

TABLEAU RÉCAPITULATIF (SUITE)

| VARIÉTÉS | NUMÉRO DES CAGES | NOMBRE D'ŒUFS PAR CAGE AU 25 Juillet | NOMBRE D'ŒUFS PAR CAGE APRÈS LE 25 Juillet | NOMBRE D'ŒUFS TOTAL PAR VARIÉTÉ | NOMBRE PRÉSUMÉ (FJ) DES FEMELLES × JOURS PAR CAGE AU 25 Juillet | NOMBRE PRÉSUMÉ (FJ) DES FEMELLES × JOURS PAR CAGE APRÈS LE 25 Juillet | NOMBRE PRÉSUMÉ (FJ) DES FEMELLES × JOURS PAR VARIÉTÉ | FÉCONDITÉ RELATIVE MOYENNE PAR CAGE AU 25 Juillet | FÉCONDITÉ RELATIVE MOYENNE PAR CAGE APRÈS LE 25 Juillet | FÉCONDITÉ RELATIVE MOYENNE PAR VARIÉTÉ | INDICES DES AUTRES VARIÉTÉS PAR RAPPORT A HETMAN : TOTAL D'ŒUFS PAR VARIÉTÉ | PÉRIODE DE LA PONTE | NOMBRE D'ŒUFS PAR PONTE | NOMBRE DE F J | FÉCONDITÉ RELATIVE MOYENNE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| HETMAN | N° 7 | 546 | 938 | 2093 | 59 | 72 | 194 | 9 | 13 | 11 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 8 | 609 | | | 63 | | | 10 | | | | | | | |
| KMIÉC | 9 | 587 | 516 | 2132 | 46 | 65 | 166 | 13 | 8 | 13 | 102 | 107 | 96 | 86 | 119 |
| | 10 | 1029 | | | 55 | | | 19 | | | | | | | |
| MARSZAŁEK | 15 | 736 | 595 | 1883 | 45 | 41 | 132 | 16 | 15 | 14 | 90 | 86 | 89 | 68 | 132 |
| | 16 | 552 | | | 46 | | | 12 | | | | | | | |
| MAZUR | 1 | 657 | | 1630 | 44 | | 158 | 15 | | 10 | 78 | 68 | 100 | 81 | 96 |
| | 2 | 959 | 14 | | 66 | 48 | | 15 | 0,3 | | | | | | |
| ODYNIEC | 19 | 709 | 222 | 1473 | 56 | 104 | 211 | 13 | 2 | 7 | 70 | 86 | 75 | 109 | 65 |
| | 20 | 542 | | | 51 | | | 11 | | | | | | | |
| PALATYN | 11 | 500 | 560 | (2120) 1252 | 66 | 69 | 156 | 8 | 8 | 8 | (101) 60 | 94 | 75 | 80 | 74 |
| | 12 | 792 | | | 21 | | | 9 | | | | | | | |
| PRZEBÓJ | 3 | 714 | 1108 | 2812 | 54 | 90 | 210 | 13 | 12 | 13 | 134 | 107 | 86 | 108 | 124 |
| | 4 | 990 | | | 66 | | | 15 | | | | | | | |
| ROSAFOLIA | 13 | 340 | 240 | 1410 | 49 | 92 | 183 | 7 | 3 | 8 | 67 | 72 | 111 | 94 | 71 |
| | 14 | 830 | | | 42 | | | 20 | | | | | | | |
| SOBIESZYNSKIE | 17 | 1021 | 220 | 1781 | 66 | 84 | 216 | 16 | 3 | 8 | 85 | 63 | 75 | 111 | 76 |
| | 18 | 540 | | | 66 | | | 8 | | | | | | | |
| STEFANIA | 5 | 678 | 123 | 1932 | 66 | 69 | 178 | 10 | 2 | 11 | 92 | 72 | 86 | 92 | 101 |
| | 6 | 1132 | | | 43 | | | 27 | | | | | | | |

TABLEAU 3. — Suite du tableau 2.

parmi tous ceux obtenus sur les autres plantes et de 72 p. 100 supérieur à celui caractérisant Hetman.

Les observations en plein air [1] apportent des remarques d'un autre ordre. La ponte suivie sur une plante sans cage montre une disparition des larves très élevée dès le premier âge (la survie des $L_1$ par rapport aux œufs fut de 50 p. 100). Avec les mortalités apparaissant aux autres âges, le nombre des larves descendant pour la nymphose ne fut que le quart de celui des œufs. Deux IPé seulement sortirent (survie cinq fois moindre que celle notée sur le repère). Au total, le nombre présumé d'IPé en plein air caractérisant Kmiec est de 99, alors qu'il s'élève à 467 sur Hetman.

Les observations sur les plantes hors d'expérience soumises aux contaminations naturelles tendent à confirmer ces dernières remarques; les plantes ne furent pas attaquées et ne présentèrent que de très rares pontes. Noter que les plantes étaient plus hautes que les voisines des variétés Hetman et Palatyn.

*En conclusion* : le Doryphore qui consomme les feuilles de Kmiec a une bonne fécondité; mais, en plein air, pratiquement les pontes sont rares sur les plantes; le fait peut être en relation avec le rapide et le grand développement de la plante, éléments qui semblent défavorables à l'insecte.

Les feuilles par elles-mêmes permettent de bons développements larvaires et de nombreuses formations d'IPé, mais ici encore, en plein air l'ensemble du feuillage luxuriant caractérisant la plante, semble causer une ambiance générale finalement non favorable au développement effectif des larves lequel se révèle défectueux.

Par suite de ces deux caractères, l'attaque doryphorique semble être sur Kmiec moins menaçante que sur la variété Hetman.

### 2. *Marszalek.*

La variété Marszalek est assez robuste, mais pas autant que Kmiec; ses touffes sont larges et prennent un port couché à la fin de la saison. Les feuilles de Marszalek sont très larges, peu divisées, aux folioles recouvrantes. Grâce à cette particularité les plantes couvrent le sol et donnent un ombrage considérable. Les défauts de cette variété sont une susceptibilité marquée pour le Mildiou et un rendement peu élevé bien que supérieur à celui du repère.

La fécondité générale s'est montrée voisine de celle du repère (elle est inférieure seulement de 10 p. 100 malgré un nombre de pontes un peu plus élevé, mais celles-ci sont moins riches en œufs). Les deux cages ont donné des résultats assez homogènes. Dans la seconde période d'observation, le nombre des œufs déposés n'est que la moitié de celui de la première période et la ponte moyenne diminue un peu. La période de ponte est plus courte que celle notée pour le repère; par suite, la fécondité journalière est plus élevée.

Un fait remarquable est la valeur basse, la plus basse de tous nos essais, du nombre présumé des femelles jours, les insectes vivant peu sur cette variété (68 p. 100 de la valeur notée sur témoin. La fécondité relative moyenne se place parmi les fortes (32 p. 100 supérieure à celle de Hetman; supérieure à celle de Przeboj qui est des plus grandes. L'homogénéité du nombre des femelles jours dans les deux cages parallèles, affirme l'influence de la variété sur la longévité réduite des insectes.

[1] Nous n'avons suivi qu'une seule ponte par variété en plein air. Cet essai avait plusieurs défauts : c'est pourquoi nous ne donnons pas de tableau récapitulatif pour l'illustrer. Toutefois, certains chiffres en sont cités pour compléter les caractéristiques des variétés.

Le pourcentage d'œufs stériles, bien qu'inférieur à celui du témoin est tout de même considérable.

Dans les essais de laboratoire les mortalités larvaires, puis nymphales, se sont montrées assez élevées, aussi le pourcentage des IPé obtenus est-il plus bas que sur Hetman et se situe-t-il vers les valeurs minima observées sur les diverses variétés.

Tous ces facteurs : stérilité des œufs, mortalité des larves et des IPé avant leur sortie ont contribué à la diminution extrême du nombre présumé des IPé.

En plein air, une ponte de 60 œufs a donné un taux d'éclosion de 40 p. 100 environ, et par suite de la mortalité énorme du premier âge, on n'a eu que quatre larves du second âge, dont deux ont été suivies sur la plante même, tandis que les deux autres ont été retrouvées dans leur quatrième âge sur une plante voisine. Il n'y a eu qu'un IPé, ce qui représente 2 p. 100 à peine du nombre des œufs suivis. En comptant le nombre présumé d'IPé d'après le résultat obtenu en plein air, on arrive à un nombre de 32 IPé. Le rapport entre les deux générations serait alors de 1 à 4, tandis que pour la Saucisse, le rapport est de 1 à 30. Les plantes hors expérience n'ont pas été attaquées et ne présentèrent que de rares pontes.

Les observations en plein air confirment largement la conclusion des élevages d'essais ; la variété Marszalek ne présente pas un bon aliment pour le Doryphore et les particularités de sa végétation ne sont pas favorables à la multiplication de l'insecte.

*En conclusion :* nos premiers essais montrent l'attention toute spéciale qui doit être donnée à la variété Marszalek qui peut donner des résultats précieux en freinant naturellement l'invasion du Doryphore grâce à ses propriétés physiologiques et à ses caractères végétatifs.

### 3. *Mazur.*

La variété Mazur ne présente pas de particularités végétatives méritant attention.

La fécondité générale bien inférieure à celle du témoin peut être considérée comme la conséquence de la mortalité prématurée des insectes dans une des cages. Dans la première période de la ponte la fécondité générale et la fécondité relative ont dépassé largement celle du témoin.

La courte durée de la ponte, la plus courte des essais, a été compensée par la plus forte fécondité journalière, ce qui prouve que les propriétés physiologiques de la plante ne diminuent pas la fécondité. Les pontes de la seconde période ont été insignifiantes, mais on peut croire que ces résultats proviennent d'un caractère particulier aux insectes employés ; malgré ce contretemps éprouvé dans les essais, la fécondité relative est analogue à celle de Hetman.

En dépit d'une quantité importante d'œufs stériles, les pontes nous ont donné un pourcentage d'IPé sortis par rapport aux œufs, beaucoup plus élevé que chez Hetman. Cette sortie nombreuse d'IPé est en rapport avec une survie notable dans les trois premiers âges. Le nombre présumé d'IPé dépasse alors celui de Hetman, malgré la quantité relativement petite des œufs pondus.

Le nombre des couples observés parmi les IPé en question est le plus important parmi ceux notés sur toutes les variétés essayées ; il peut faire redouter une tendance au développement d'une seconde génération sur la plante.

Les plantes hors d'expérience ont été envahies fortement par les larves du Doryphore au mois de juillet. Cette invasion n'a pas permis de réaliser come souhaité l'essai sur le

développement larvaire en plein air, car les larves des plantes voisines émigraient toujours sur la plante en observation. En dépit des dégâts causés, les plantes ont donné un bon rendement.

En *conclusion*, malgré l'insuffisance des premiers essais, on doit considérer la variété Mazur comme peu intéressante au point de vue de la lutte contre le Doryphore par suite des caractères suivants : fécondité relative élevée des insectes parfaits ; bon développement larvaire ; accouplements nombreux des IPé. Cependant, l'abondance du bouquet foliaire, la fertilité de la plante et la résistance au Mildiou donnent à cette variété d'autres caractères qui permettent d'espérer certaines atténuations aux dégâts causés par le Doryphore.

### 4. *Odyniec.*

La variété ne présente aucune particularité remarquable dans sa végétation.

La fécondité générale des insectes vivant sur Odyniec est l'une des plus basses observée ; elle n'atteint que 70 p. 100 de celle du repère. La ponte moyenne appartient également aux catégories les plus faibles. Le nombre d'œufs pondus pendant la première période de la ponte dépasse légèrement les valeurs correspondantes sur Hetman, tandis que dans la seconde période ce nombre est relativement faible. Mais cette baisse du nombre des pontes n'est pas liée à la mortalité prématurée des insectes, car les insectes parfaits continuèrent à vivre jusqu'à la fin de l'expérience, même après la mort de la plante par suite du Mildiou : par sa sensibilité au Mildiou, Odyniec est analogue au Marszalek, il semble que la maladie a contribué à l'arrêt de la ponte le même jour pour les deux variétés.

La fécondité journalière d'Odyniec est très basse par rapport à celle du témoin et à celle des autres variétés. La fécondité relative moyenne atteint une valeur minima par suite du nombre élevé des FJ. Dans la seconde période de l'expérience, le nombre de FJ observé sur Odyniec dépasse les chiffres notés sur les autres variétés.

Dans les essais de laboratoire, les feuilles d'Odyniec ont donné des développements larvaires puis nymphals relativement lents. La mortalité des larves et des IPé avant leur sortie était un peu plus forte que chez Hetman, mais le nombre d'œufs fertiles étant relativement beaucoup plus élevé, le nombre des IPé présumés dépasse légèrement celui du repère.

Les observations en plein air ont montré que la variété Odyniec ne retient pas les insectes parfaits. Les pontes sur des plantes hors expérience ont été rares, ce qui confirme les observations faites sous cage. L'éclosion de la ponte suivie en plein air fut tardive et la mortalité dans le premier âge considérable ; un seul IPé résulta de cette ponte de 44 œufs, ce qui rapproche le taux de multiplication du Doryphore sur cette variété de celui noté sur Marszalek.

*En conclusion :* la variété Odyniec paraît exercer sur le Doryphore une certaine action défavorable qui s'exprime par la diminution, puis par l'arrêt, des pontes après une alimentation prolongée des insectes parfaits, lesquels survivent longtemps (diminution de la fécondité relative). Cette action s'exprime aussi par la lenteur du développement de la génération élevée exclusivement sur cette variété et par la mortalité des larves en plein air.

La sensibilité au Mildiou est un grave défaut pour cette variété.

## DÉVELOPPEMENT DU DORYPHORE SUR LES VARIÉTÉS POLONAISES DE LA POMME DE TERRE

– TABLEAU RÉCAPITULATIF –

| VARIÉTÉS | DURÉE MINIMALE EN JOURS (MOYENNE DES PONTES ÉLEVÉES) | | | | | | | | NOMBRE TOTAL PAR VARIÉTÉS | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | INCUBATION | LARVES | | | | NYMPHOSE | VIE LARVAIRE | DÉVELOPPEMENT COMPLET | PONTES | ŒUFS | LARVES | | | | NYMPHES PRÉSUMÉES | INSECTES PARFAITS VIVANTS | | INSECTES PARFAITS MORTS | |
| | | I ère AGE | II ème AGE | III ème AGE | IV ème AGE | | | | | | I ère AGE | II ème AGE | III ème AGE | IV ème AGE | | SORTIS | ENFOUIS | A LA SURFACE | DANS LE SOL |
| HETMAN | 7 | 3 | 3 | 4 | 7 | 17 | 17 | 41 | 5 | 152 | 74 | 71 | 64 | 47 | 44 | 25 | 3 | 2 | 10 |
| KMIEĆ | 7 | 3 | 3 | 3,5 | 7 | 17 | 16,5 | 41 | 5 | 166 | 139 | 128 | 118 | 96 | 87 | 45 | 15 | 8 | 21 |
| MARSZAŁEK | 7 | 3 | 2,5 | 4 | 6,5 | 18 | 16 | 41 | 5 | 154 | 104 | 101 | 93 | 71 | 57 | 23 | 7 | 3 | 30 |
| MAZUR | 7 | 3 | 2,5 | 3,5 | 6 | 17 | 15,5 | 40 | 7 | 216 | 144 | 139 | 136 | 128 | 113 | 55 | 14 | 9 | 19 |
| OLYNIEC | 7 | 3 | 2,5 | 5 | 7 | 18 | 18 | 43 | 6 | 115 | 86 | 82 | 77 | 64 | 51 | 27 | 4 | 3 | 18 |
| PALATYN | 7 | 3 | 3 | 4 | 6 | 18 | 16 | 41 | 7 | 164 | 154 | 150 | 145 | 132 | 118 | 53 | 12 | 11 | 39 |
| PRZEBÓJ | 7 | 3 | 2 | 3 | 7 | 18,5 | 15,5 | 41 | 7 | 158 | 69 | 65 | 62 | 51 | 41 | 19 | 11 | 2 | 16 |
| ROSAFOLIA | 7 | 3 | 2,5 | 3 | 5 | 18 | 14,5 | 39 | 4 | 117 | 95 | 85 | 81 | 75 | 66 | 31 | 18 | 4 | 27 |
| SOBIESZYŃSKIE | 7,5 | 3 | 2,5 | 3,5 | 5,5 | 18 | 15 | 40,5 | 6 | 131 | 104 | 103 | 100 | 81 | 67 | 22 | 15 | 3 | 18 |
| STEFANIA | 7 | 3 | 3 | 3,5 | 6 | 17 | 16 | 40 | 6 | 147 | 103 | 96 | 91 | 79 | 66 | 28 | 11 | 5 | 27 |

TABLEAU 4. — *Développement en laboratoire d'insectes issus de pontes isolées et alimentés avec les feuilles de diverses variétés.*

Par variétés, sont seules données les moyennes et les totaux correspondant aux pontes suivies.

### 5. *Palatyn.*

La plus tardive de toutes les variétés essayées.

Dans l'une des cages servant aux essais de fécondité, les insectes sont morts dès les débuts de l'expérience pour des causes semblant autres que l'action de la plante. Pour rectifier ce contretemps, sur le graphique 12 de la Planche IV, nous avons mis en supplé-

DÉVELOPPEMENT DU DORYPHORE SUR LES VARIÉTÉS POLONAISES DE LA POMME DE TERRE (SUITE)

| VARIÉTÉS | RAPPORTS en % | | | | | INDICES PAR RAPPORT AU TÉMOIN | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | IP / Œufs | IP / $L_1$ | IP / N | IPR / IPs | NOMBRE PRÉSUMÉ d'IP PAR RAPPORT AU NOMBRE D'ŒUFS | NOMBRE PRÉSUMÉ D'IP | IP / Œufs | $L_1$ / Œufs | N / $L_1$ | Nbre Métamorphoses / N Présumées |
| HETMAN | 16 | 34 | 57 | 12 | 335 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| KMIEĆ | 27 | 32 | 52 | 33 | 576 | 171,94 | 164,48 | 168,34 | 105,26 | 118,01 |
| MARSZAŁEK | 15 | 22 | 40 | 30 | 282 | 84,18 | 90,80 | 138,71 | 92,22 | 34,31 |
| MAZUR | 25 | 38 | 49 | 25 | 408 | 121,79 | 154,81 | 136,94 | 131,98 | 155,01 |
| ODYNIEC | 23 | 31 | 53 | 15 | 339 | 101,19 | 142,75 | 155,96 | 99,74 | 57,52 |
| PALATYN | 32 | 35 | 46 | 22 | 413 | 208,36 / 123,28 | 196,49 | 193,06 | 128,87 | 109,72 |
| PRZEBÓJ | 12 | 28 | 46 | 58 | 337 | 100,60 | 72,61 | 89,70 | 99,93 | 71,54 |
| ROSAFOLIA | 26 | 33 | 47 | 58 | 367 | 109,55 | 161,09 | 166,78 | 116,84 | 59,26 |
| SOBIESZYNSKIE | 17 | 21 | 33 | 63 | 303 | 90,45 | 102,11 | 163,07 | 108,83 | 145,94 |
| STEFANIA | 19 | 27 | 42 | 39 | 367 | 109,55 | 115,81 | 143,92 | 107,77 | 81,48 |

Tableau 5. — Suite du tableau 4.

ment le « nombre présumé » des œufs, nombre établi en doublant les résultats donnés par la seule cage restante.

Le chiffre de fécondité établi en corrigeant, comme indiqué, le contretemps survenu dans les essais (entre parenthèse Tab. 3), dépasse légèrement celui du repère.

La fécondité relative moyenne est très faible, comparée à celle obtenue sur le repère et n'est pas influencée par les rectifications précitées, car, en la calculant avec celles-ci, il faudrait également modifier le nombre des Insectes × Jours ; dans ce cas les rapports restent toujours les mêmes.

Le nombre des FJ est considérable (270) dépassant celui compté sur chacune des autres variétés ; sa valeur indique le danger qui découlerait du séjour prolongé des IPp, entraînant des dégâts très importants à la fois par ces insectes et par leur abondante progéniture donnée pendant toute la belle saison.

En laboratoire, la durée du développement larvaire et celle du développement complet ne présentent pas de particularités. Le pourcentage des IPé sortis par rapport aux œufs est le plus élevé (double par rapport au repère). La mortalité des larves est un peu infé-

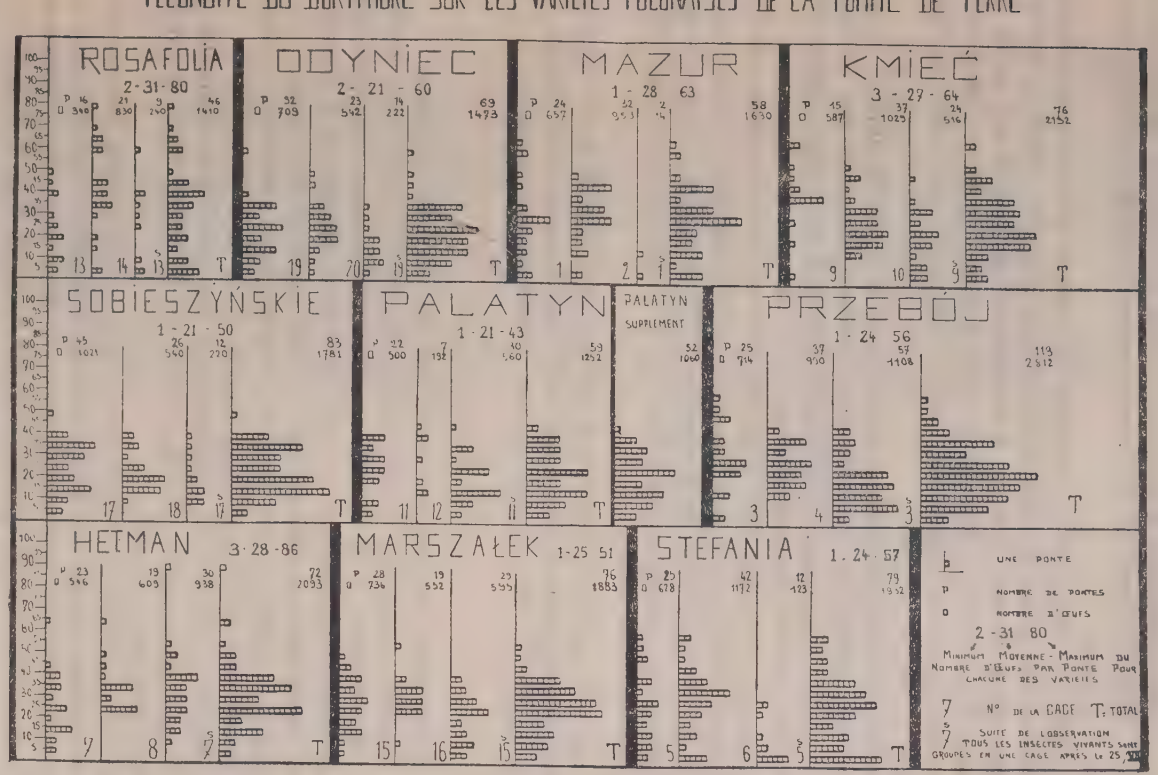



PLANCHE IV. — *Caractères de la ponte.*

*Graphique 12.* — Pour chaque variété, les résultats des relevés sont reportés sur quatre polygones de pontes. Les deux premiers correspondent aux pontes dans les deux cages d'essais; le suivant se rapporte à la cage de regroupement, le quatrième à la ponte totale; les pontes sont classées de bas en haut selon une richesse croissante en œufs. Les nombres situés en haut de chaque colonne indiquent le total des œufs dans chaque cas.

Les trois chiffres situés sous le nom de la variété indiquent les limites et, au milieu, la moyenne des richesses en œufs des pontes.

Conventions identiques à celles utilisées pour le graphique 4 de la planche I.

rieure au chiffre caractérisant Hetman et atteint son maximum au 4e âge. Presque tous les œufs sont éclos et le nombre des L4 descendues pour la nymphose est le plus élevé de nos essais.

Le nombre de couples d'IPé est considérable, presque égal à celui observé sur Mazur. Le nombre d'IPé présumés, même compté d'après le nombre effectif des œufs pondus, dépasse celui de Hetman et occupe la seconde place par rapport aux autres variétés. Le calcul effectué d'après la fécondité présumée donne le nombre de 700 IPé qui serait le plus élevé parmi toutes les variétés essayées (valeur plus que double par rapport au repère).

Les observations en plein air ont confirmé cette présomption du grand danger présenté par la culture de cette variété si favorable au Doryphore; ainsi, sur 10 plantes cultivées, 5 ont été complètement détruites par l'invasion larvaire et les 5 plantes restantes ont donné une récolte beaucoup inférieure à celle du repère.

Une ponte suivie en plein air a donné une éclosion normale, puis une mortalité des larves au premier âge à peine supérieure à celle notée sur le repère. Les autres âges n'ont pas pu être suivis par suite de la migration des larves venant d'autres plantes. Sept larves descendues pour la nymphose ont donné 2 IPé sortis, proportion moins forte que celle obtenue en laboratoire.

En *conclusion* : malgré l'insuffisance de cet essai on peut noter que la variété Palatyn semble se placer parmi les plus favorables au Doryphore, ceci sous presque tous les rapports; de ce fait, elle ne pourrait pas être cultivée sans traitement.

### 6. *Przeboj.*

La variété Przeboj ne présente rien de particulier dans sa végétation.

La fécondité générale des IPp sur Przeboj a atteint le niveau le plus élevé de nos essais; elle dépasse de 34 p. 100 celle sur Hetman. Le nombre d'œufs pondus dans la seconde période de l'expérience est inférieur à celui caractérisant la première, mais dépasse considérablement celui du repère pendant la période correspondante.

La ponte moyenne journalière est inférieure à celle notée sur le repère, mais la durée de la période de ponte est plus longue (égale à celle sur Kmiec).

La fécondité relative est l'une des plus élevées, dépassant celle du repère et le nombre des FJ se place aussi parmi les plus élevés. Cette variété présente de par ces divers caractères un grand danger d'attaque.

Pourtant, en suivant le développement larvaire, on voit certains éléments réduire ce danger. Le pourcentage d'œufs stériles, la mortalité des larves et des IPé avant la sortie, sont supérieurs aux chiffres obtenus sur Hetman. Grâce à cette baisse, le nombre présumé des IPé devient pratiquement semblable à celui du repère. Nous n'avons pas pu suivre le développement larvaire en plein air, car les larves ont émigré et se sont mélangées avec celles des plantes voisines; les plantes hors d'expérience ont eu de grosses attaques en plein air.

*En conclusion :* la variété Przeboj présente des conditions plus favorables que celles du repère pour la fécondité et la longévité des IPp, mais ne semble pas se placer parmi les meilleurs aliments pour les larves.

### 7. *Rosafolia.*

La variété Rosafolia, d'origine allemande mais cultivée et sélectionnée depuis longtemps en Pologne, a été la plus précoce de celles réunies dans notre essai; elle a un déve-

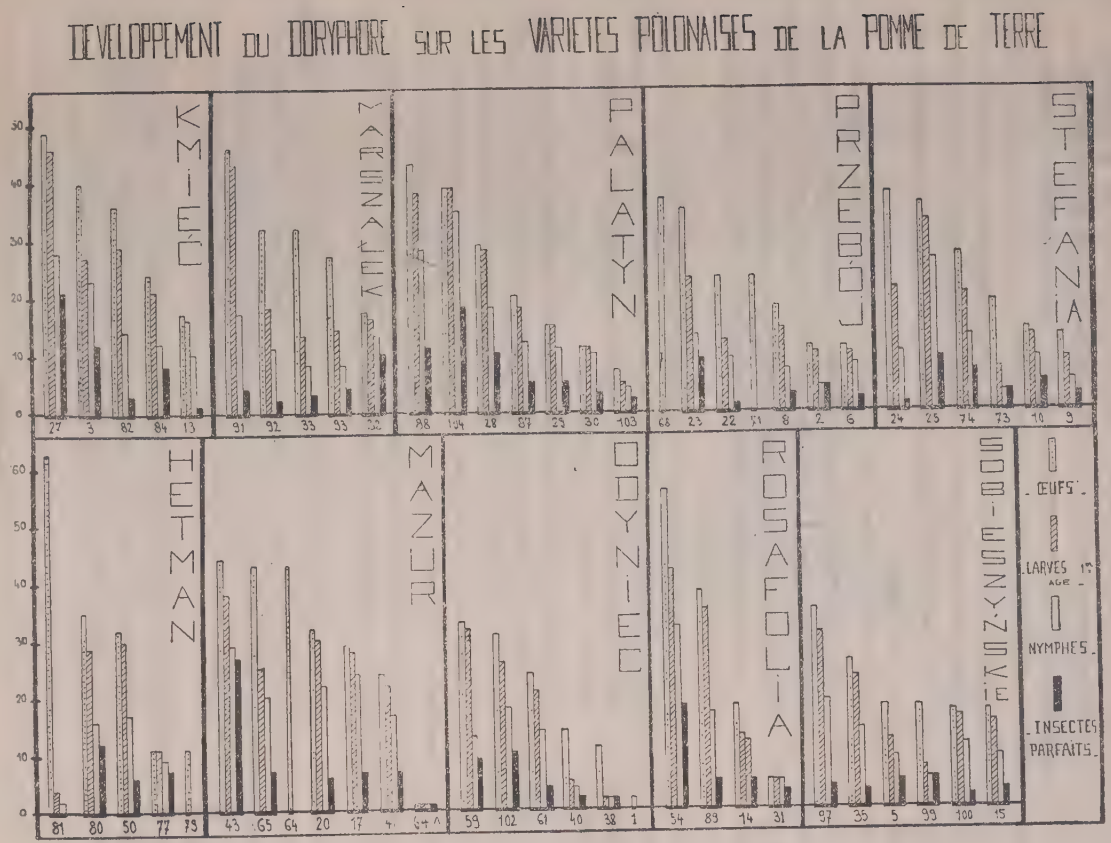



PLANCHE V. — *Étude du développement, en laboratoire, des insectes issus de pontes isolées.*

*Graphique 13.* — Chaque faisceau de barres verticales correspond à une ponte et aux insectes qui s'y rapportent. Suivant les variétés, 4 à 7 pontes furent suivies.

Les conventions sont les mêmes que celles utilisées pour le graphique 8, planche II. Les chiffres situés en bas de chaque faisceau, indiquent le numéro de la ponte; ceux placés à gauche sur l'encadrement vertical indiquent l'échelle utilisée pour le dénombrement d'individus.

loppement rapide et un bouquet foliaire abondant. La récolte fut la meilleure parmi celles des variétés polonaises malgré la grande sensibilité de la variété au Mildiou.

Il est important de noter en premier lieu que Rosafolia semble délaissée par les insectes parfaits; en plein air, peu d'insectes parfaits et peu de pontes se montraient sur ses touffes. En outre nous avons observé nombreuses pontes anormalement placées; ainsi, dans l'une des cages d'essai il n'y avait presque pas de pontes sur la plante, la majorité de celles-ci étant déposées ailleurs : sur un chardon, sur des mauvaises herbes, au sol, sur les parois des cages.

Sur Rosafolia la fécondité générale du Doryphore a atteint le taux le plus bas observé (le cas de Palatyn, dont les résultats sont insuffisants, étant mis à part). Le nombre total des pontes est aussi le plus bas. La fécondité relative compte parmi les plus faibles et par contre la richesse moyenne en œufs des pontes est la plus élevée. La période de ponte n'a pas été longue, les plantes étant détruites par le Mildiou, mais quelques insectes ont continué à vivre longtemps.

Les durées du développement larvaire au laboratoire et du développement complet furent les plus courtes. Le pourcentage d'IPé sortis par rapport aux œufs fut supérieur à celui observé sur Hetman, au point que le nombre présumé des IPé dépasse celui obtenu pour le repère de presque 10 p. 100.

La vitesse élevée du développement larvaire nous a été confirmée par l'essai en plein air. La durée du 4e âge fut la plus courte en plein air, comme au laboratoire. La mortalité des larves du premier âge dépasse celle du témoin, mais a été bien inférieure à celle des autres variétés essayées. La nymphose n'a pas été suivie précisément par suite de la descente prématurée de la majorité des larves dans le sol, ce qui empêcha leur ramassage. Toutefois, une observation nous permet de supposer que le nombre total d'IPé aurait été considérable, si la récolte des larves avait pu se faire.

En *conclusion;* la variété Rosafolia n'a pas offert une bonne affinité pour les Doryphores qui déposent sur elle peu de pontes. Toutefois, en raison de la faible mortalité des larves et de leur rapide développement de sérieux dégâts larvaires sont à craindre.

A ces divers égards, Rosafolia présente des caractères nettement opposés à ceux de Przeboj.

Il est possible que l'abondant bouquet foliaire et l'aptitude à la reconstitution rapide du feuillage, caractérisant la variété, contribuent de leur côté à éviter des dégâts importants sur Rosafolia, quand l'invasion doryphorique n'est pas trop forte.

### 8. *Sobieszynskie.*

La variété Sobieszynskie, dérivant de Wohltmann, a gardé l'aspect pareil à celle-ci.

Résistante au Mildiou, elle a conservé les rameaux bien verts jusqu'au mois de novembre dans notre essai. La récolte a été égale à celle obtenue sur Hetman.

La fécondité générale est bien inférieure à celle observée sur Hetman bien que le nombre des pontes soit supérieur (ponte moyenne parmi les plus faibles). Toutefois, les résultats n'étaient pas homogènes dans les deux cages, l'une de celles-ci ayant donné presque le double d'œufs par rapport à l'autre. La période de ponte est la plus courte observée tandis que le nombre de FJ est le plus grand. Ces remarques laissent présumer une action défavorable de la variété sur la fécondité, mais non pas sur la longévité du Doryphore. La fécondité relative moyenne est l'une des plus basses observées.

En laboratoire, la durée de l'activité larvaire est plus courte que chez le repère et se rapproche de celle notée sur Rosafolia. D'ailleurs Sobieszynskie et Rosafolia, variétés bien différentes par leur aspect, leur résistance au Mildiou et leur productivité, présentent par contre beaucoup de ressemblance dans leur action non seulement sur les IP, mais sur les larves du Doryphore. Le pourcentage des œufs stériles est bien inférieur à celui noté sur le repère, mais la mortalité surtout aux 3e et 4e âges larvaires et pendant la nymphose, a réduit sensiblement le nombre des IPé. Le pourcentage d'IPé par rapport aux œufs pondus est à peine supérieur à celui caractérisant Hetman. Le nombre présumé des IPé est parmi les plus bas.

En plein air, les pontes ont été rares. Malheureusement le développement d'une ponte laissée en plein air n'a pas été suivi de façon précise jusqu'à sa fin. Nous avons pu seulement remarquer la courte durée de l'activité larvaire, ce qui confirme les résultats obtenus en laboratoire. Le nombre d'IPé en plein air semblerait inférieur à celui obtenu avec le repère, mais tout de même considérable.

En *conclusion :* la variété Sobieszynskie ne semble pas présenter d'attrait pour les IPp, elle réduit leur fécondité et la durée de leur ponte, mais toutefois n'influence pas leur longévité. Le développement larvaire s'est montré plus rapide que sur le témoin, mais la mortalité a été un peu plus forte que sur celui-ci.

Les mêmes affinités pour le Doryphore ont été constatées pour Wohltmann en France. La variété Sobieszynskie a hérité les caractères morphologiques et physiologiques de son parent.

### 9. *Stefania.*

La variété Stefania se distingue par la couleur vert pâle de ses feuilles aux folioles petites, étroites et pliées. Sa végétation s'est prolongée jusqu'au mois de novembre. Tiges faibles, port rameux et couché. Résistante au Mildiou ; faible récolte.

Les plantes hors expériences présentaient souvent dans notre champ des insectes parfaits qui paraissaient se grouper sur elles ; les pontes portées étaient nombreuses.

La fécondité générale sur Stefania a été légèrement inférieure à celle notée sur le repère (pontes plus nombreuses, mais richesse moyenne en œufs un peu plus basse). La durée de la ponte fut assez courte et, par suite, la fécondité journalière dépasse le témoin. Le nombre de FJ un peu inférieur grâce à la mortalité des IPp dans une des cages, a donné la fécondité relative pareille au témoin. La seconde partie de la période de ponte a été très faible par rapport à la première. Les deux cages parallèles ayant donné des résultats très hétérogènes, notamment pour les fécondités, aucune autre conclusion n'est à rechercher.

En laboratoire, le développement larvaire a été plus court que sur Hetman, mais la mortalité des larves et des nymphes fut un peu plus forte. Le pourcentage d'IPé sortis a été plus élevé que celui noté sur le repère (moins d'œufs stériles). Le nombre présumé d'IPé dépasse celui établi sur le repère de presque 10 p. 100.

Dans l'essai en plein air, il n'y a eu qu'un tiers des œufs éclos. La mortalité des larves n'a pas été sensible, mais les résultats obtenus demeurent incomplets, des migrations de larves venant de plantes voisines faussant les relevés. De cinq L 4 descendues pour la nymphose, un IPé est sorti.

En *conclusion :* la variété Stéfania retient les IPp et ceux-ci présentent sur elle une assez grande fécondité. Le développement de la génération printanière donnerait un nombre

d'IPé réduit par rapport à Hetman. Sa trop faible récolte fait que cette variété n'a pas grand intérêt par ailleurs.

### 10. *Discussion des résultats : l'influence des diverses variétés sur le Doryphore.*

Les observations et les essais de l'été 1939 sont loin de conduire à des conclusions définitives concernant le classement des variétés ; leur durée a été insuffisante (une seule saison) et ils ont été effectués en un seul lieu : il serait nécessaire de les répéter au moins trois années de suite. Toutefois, le présent travail qui a un caractère préliminaire permet de grouper d'utiles indications sur les affinités existant entre le Doryphore et les variétés de pommes de terre essayées, indications qui faciliteront l'organisation des essais ultérieurs et la mise au point de leurs conclusions.

D'après l'action globale qu'elles exercent sur les IPp pendant la belle saison et en plein air, les variétés étudiées semblent pouvoir être classées en deux grands groupes. Dans le premier groupe, caractérisé par une rétention des IPp et une invasion larvaire importante par suite de la présence de pontes nombreuses, se rangent Palatyn, Hetman, Stefania, Przeboj et Mazur. Au second, groupant les plantes qui se sont montrées pratiquement exemptes d'attaques graves sur notre parcelle d'essai, prennent place : Kmiec, Marszalek, Odyniec, Rosafolia et Sobieszynskie.

Dans les cages où les insectes ont été forcés de se nourrir exclusivement avec une seule variété, certains caractères particuliers purent être mis en évidence. Ainsi le plus grand nombre d'insectes jours (IJ), témoignant la grande longévité des IPp, a été noté sur Sobieszynskie. Après se placent les variétés Odyniec et Przeboj ; le minimum des IJ est sur Marszalek. Deux variétés seulement ont exercé une action nette sur le comportement des IPp dans les cages et en plein air ; action rétentive et peut-être attractive sur Przeboj, action non rétentive chez Marszalek.

La fécondité générale, exprimée par le nombre total des œufs déposés par les femelles, a présenté sa valeur maximum sur Przeboj. Une faible fécondité a été notée sur Odyniec et Rosafolia.

Quant à la richesse en œufs de la « ponte moyenne », c'est sur Rosafolia que la valeur la plus forte fut constatée, tandis que les valeurs les plus faibles ont été notées sur Odyniec, Palatyn et Sobieszynskie ; Odyniec ayant présenté également la plus faible fécondité relative, on peut présumer que cette plante a une influence nettement défavorable sur la fécondité des femelles.

Le plus grand nombre d'œufs stériles dans le début de la ponte a été observé sur Przeboj.

Le meilleur développement larvaire a été obtenu en laboratoire sur Palatyn et Kmiec et en plein air sur Hetman et Rosafolia.

Une action défavorable sur le taux de survie au cours du développement larvaire, puis nymphal, a été remarquée en laboratoire pour les variétés Marszalek, Przeboj et Sobieszynskie.

Marszalek surtout, présente une forte mortalité larvaire aux stades aériens, puis souterrains ; en plein air, nous observons les mêmes faits.

En général les IPé provenant d'élevages au laboratoire n'ont pas été nombreux par rapport aux L4 descendues pour la nymphose. La mortalité souterraine n'atteint pas toujours les L4 et les nymphes. Bien souvent ce sont les IPé déjà métamorphosés qui

meurent avant leur sortie de terre, mais l'effet pratique pour la plante est le même : diminution des IPé et par conséquent du ravage des feuilles. En ce qui concerne l'influence de l'aliment, l'action défavorable la plus prononcée semble s'exercer par une mortalité avant la métamorphose.

D'après le calcul du pourcentage des IPé sortis par rapport aux L4 descendues, la variété Sobieszynskie a présenté l'action la plus forte, arrêtant la métamorphose souterraine. Les variétés Hetman, Kmiec, Odyniec sont au contraire favorables pour cette phase. D'après le rapport des larves non métamorphosées au total de L4 descendues (voir la colonne N non métam. : N présumées, T. 5), l'action la plus favorable pour la métamorphose est exercée par Marszalek, Odyniec et Rosafolia, tandis que Mazur et Sobieszynskie visiblement l'arrêtent. En plein air le meilleur résultat de la nymphose a été signalé pour Hetman et Rosafolia, le plus faible pour Mazur, Odyniec et Stefania. On a alors la confirmation de la bonne métamorphose souterraine pour Hetman et Rosafolia et de l'action contraire sur Mazur seulement.

La durée du cycle évolutif ne présente pas de différence sensible entre les variétés. Tout de même, un léger retard observé sur Odyniec au laboratoire a été confirmé en plein air. Il en a été de même pour une tendance à l'accélération du développement sur Rosafolia et Sobieszynskie.

L'activité des IPé n'a pas été suivie en plein air. Au laboratoire, elle fut suivie jusqu'au 26 août. Pendant cette période, le pourcentage maximum d'enfouissement a été noté sur Przeboj, Rosafolia et Sobieszynskie, et le minimum sur Hetman et Odyniec.

L'enfouissement précoce peut être considéré comme un signe de la bonne valeur nutritive de l'aliment ingéré ; grâce à celle-ci, en peu de jours, les IPé acquièrent des réserves suffisantes pour l'hivernation. Un essai effectué à Versailles en 1939 a donné les résultats suivants : les insectes non alimentés sont tous morts sans s'enfouir ; pour ceux peu alimentés, 40 p. 100 se sont enfouis, 45 p. 100 sont restés à la surface puis sont morts avant les premières gelées et 15 p. 100 sont morts après celles-ci, mais toujours en surface. Toutefois, une prolongation du séjour des IPé sur les plantes en fin de saison a l'inconvénient d'accroître les dégâts d'automne et de conduire à des pontes puis à des larves tardives qui, elles aussi, peuvent accroître les dégâts.

Les accouplements les plus nombreux ont été observés parmi les insectes élevés sur Mazur et Palatyn. Aucun accouplement n'a été observé sur Hetman, Marszalek, Odyniec et Przeboj.

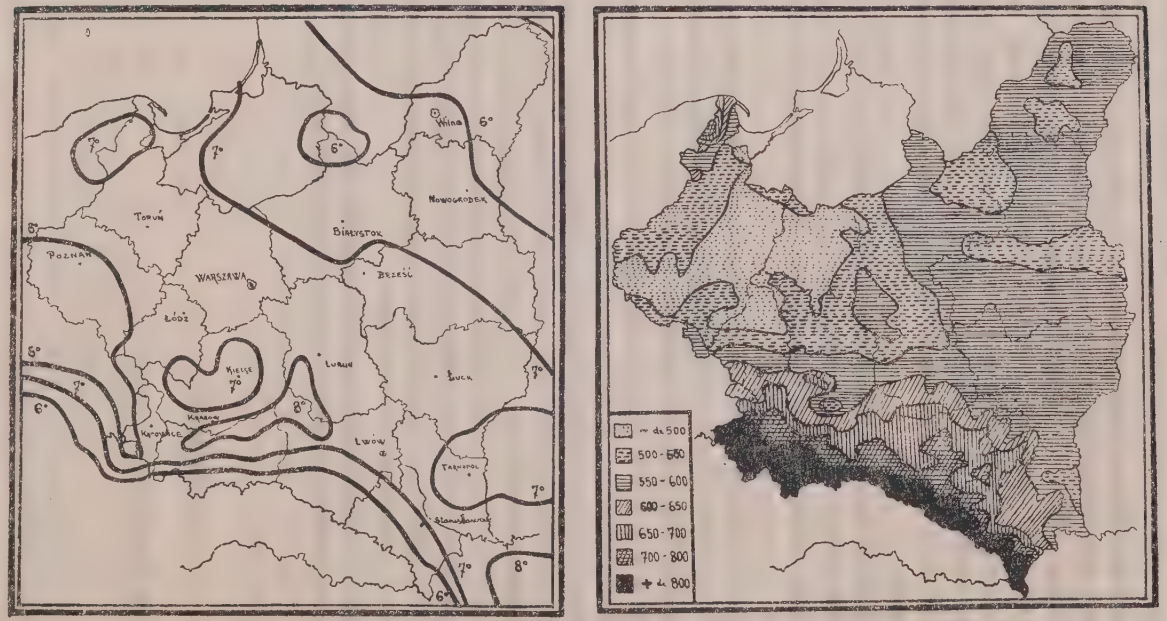
## CHAPITRE III.

### ÉVOLUTION PROBABLE DU DORYPHORE EN POLOGNE.

### 1. *Climat polonais.*

Ses caractères d'ensemble sont donnés par les tableaux des moyennes mensuelles de température et des précipitations établis d'après les relevés de nombreuses années ainsi que par les cartes d'isothermes et de précipitations annuelles (planche VI) [1].

[1] Mały Rocznik Statystyczny. — *Petit annuaire statistique*, Varsovie, 1937.




# CLIMAT DE POLOGNE

## ISOTHERMES ANNUELLES

MOYENNE DES ANNÉES 1886 - 1910 (EN DEGRÉS C.)

## PRÉCIPITATIONS ANNUELLES

MOYENNE DES ANNÉES 1891 - 1910 (EN MILLIMÈTRES)

PLANCHE VI. — *Caractères climatiques de la Pologne.*

Les isothermes sont précisés d'après GORCZYNSKI et KOSINSKA, les zônes de précipitations, d'après KOSINSKA et BARTNICKA.

## Caractères climatiques de la Pologne.

### *Température moyenne de la Pologne.*

(Moyennes des années 1850 à 1900).

| STATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. | MOYENNES ANNUELLES. | MOYENNES POUR CHAQUE MOIS | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | JANVIER. | FÉVRIER. | MARS. | AVRIL. | MAI. | JUIN. | JUILLET. | AOÛT. | SEPTEMBRE. | OCTOBRE. | NOVEMBRE. | DÉCEMBRE. |
| Wilno | 6,4 | — 5,3 | — 4,8 | — 1,1 | 5,8 | 12,5 | 17,1 | 18,8 | 17,1 | 12,6 | 6,9 | 0,8 | — 3,6 |
| Hel | 7,5 | — 1,1 | — 0,9 | 0,5 | 4,8 | 9,3 | 14,5 | 17,2 | 17,3 | 14,6 | 9,0 | 3,9 | 0,3 |
| Poznan | 8,2 | — 1,9 | — 1,0 | 2,0 | 7,7 | 12,9 | 17,2 | 18,8 | 17,9 | 14,0 | 8,6 | 2,7 | — 0,8 |
| Warszawa | 7,6 | — 3,6 | — 2,5 | 1,1 | 7,6 | 13,4 | 17,7 | 18,9 | 17,9 | 13,7 | 8,0 | 1,8 | — 2,3 |
| Pinsk | 6,8 | — 5,4 | — 4,5 | — 0,4 | 6,9 | 13,8 | 17,6 | 19,0 | 17,7 | 13,0 | 7,0 | 0,9 | — 3,8 |
| Krakow | 7,8 | — 3,3 | — 2,0 | 2,0 | 7,9 | 13,3 | 17,0 | 18,7 | 17,7 | 13,9 | 8,8 | 2,4 | — 2,2 |
| Tarnow | 8,6 | — 2,8 | — 1,2 | 2,8 | 8,5 | 14,0 | 17,8 | 19,2 | 18,5 | 14,7 | 9,7 | 2,9 | 1,4 |
| Lwow | 7,6 | — 4,0 | — 2,8 | 1,3 | 7,5 | 13,4 | 17,0 | 18,7 | 17,9 | 13,8 | 8,7 | 2,3 | — 2,3 |
| Tarnopol | 6,6 | — 5,9 | — 4,7 | — 0,3 | 6,5 | 13,1 | 16,8 | 18,4 | 17,5 | 13,0 | 7,6 | 1,0 | — 3,6 |
| Cieszyn | 7,9 | — 2,9 | — 1,0 | 2,2 | 7,7 | 12,9 | 16,5 | 18,4 | 17,6 | 14,0 | 9,3 | 2,8 | — 1,7 |
| Zakopane | 4,6 | — 5,6 | — 4,8 | — 1,4 | 4,3 | 8,9 | 13,2 | 15,3 | 14,5 | 10,4 | 5,9 | — 0,8 | — 4,2 |

### *Pluviosité en Pologne.*

(Moyennes des années 1891 à 1910).

| STATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. | ALTITUDES. | MOYENNES ANNUELLES. | MOYENNES POUR CHAQUE MOIS | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | JANVIER. | FÉVRIER. | MARS. | AVRIL. | MAI. | JUIN. | JUILLET. | AOÛT. | SEPTEMBRE. | OCTOBRE. | NOVEMBRE. | DÉCEMBRE. |
| Wilno | 128,0 | 592 | 33 | 28 | 27 | 38 | 47 | 77 | 82 | 96 | 46 | 40 | 44 | 36 |
| Hel | 3,0 | 489 | 29 | 24 | 28 | 24 | 35 | 41 | 61 | 67 | 48 | 47 | 47 | 38 |
| Bialystok | 133,2 | 578 | 28 | 31 | 26 | 43 | 54 | 83 | 89 | 74 | 42 | 33 | 38 | 37 |
| Bydgoszcz | 46,4 | 511 | 33 | 26 | 44 | 35 | 52 | 56 | 65 | 54 | 40 | 33 | 36 | 37 |
| Poznan | 79,0 | 502 | 29 | 25 | 35 | 37 | 63 | 46 | 79 | 48 | 41 | 28 | 36 | 35 |
| Warszawa | 89,9 | 541 | 34 | 26 | 33 | 41 | 51 | 64 | 80 | 64 | 42 | 32 | 37 | 36 |
| Pinsk | 147,0 | 583 | 27 | 29 | 29 | 49 | 53 | 77 | 97 | 59 | 46 | 41 | 39 | 37 |
| Brzesc n. B. | 132,7 | 558 | 28 | 27 | 25 | 46 | 57 | 86 | 90 | 53 | 42 | 37 | 36 | 32 |
| Pulawy | 143,0 | 581 | 29 | 29 | 30 | 41 | 58 | 82 | 100 | 71 | 39 | 34 | 35 | 34 |
| Luck | 198,6 | 559 | 23 | 21 | 25 | 40 | 58 | 92 | 98 | 63 | 43 | 39 | 30 | 29 |
| Krakow | 220,0 | 735 | 28 | 30 | 38 | 45 | 70 | 109 | 131 | 97 | 60 | 53 | 37 | 34 |
| Tarnow | 207,3 | 730 | 29 | 35 | 39 | 49 | 78 | 113 | 130 | 78 | 52 | 50 | 42 | 35 |
| Lwow | 311,8 | 690 | 32 | 33 | 36 | 46 | 66 | 107 | 108 | 74 | 54 | 54 | 41 | 39 |
| Tarnopol | 324,0 | 571 | 27 | 19 | 27 | 43 | 61 | 89 | 92 | 63 | 42 | 49 | 34 | 24 |
| Cieszyn | 300,0 | 1.020 | 46 | 46 | 54 | 78 | 107 | 151 | 162 | 122 | 79 | 74 | 51 | 49 |
| Zakopane | 846,4 | 1.101 | 51 | 46 | 55 | 74 | 118 | 177 | 184 | 129 | 92 | 69 | 50 | 56 |

En Pologne, comme en France, existent plusieurs régions climatiques bien différentes, aussi les pronostics d'invasion doivent-ils être examinés séparément pour chacune d'elles.

### 2. *Pronostics d'invasion dans la province de Poznan.*

Le premier essai de pronostics sur l'envahissement de la Pologne par le Doryphore doit se rapporter à la province de Poznan (Wojewodztwo Poznanskie), province destinée à recevoir l'avant-garde du ravageur par suite de sa situation géographique (voisinage de l'Allemagne notamment).

Dans l'unique source que nous fut accessible [1] nous avons trouvé « *Climatologie de la Station expérimentale agricole de Petkowo* » (province de Poznan), publication qui donne les détails concernant l'année 1931 et les moyennes thermiques de plusieurs années. Suivant ses chiffres, la région de Poznan peut être classée dans la catégorie des provinces à températures d'été relativement basses, c'est-à-dire à moyenne oscillant entre 16 et 18° C [2].

D'après les dates de la plantation de la pomme de terre (début de mai) et de la récolte (à partir de la fin de septembre), la province de Poznan appartient aux régions à période végétative courte (120 jours environ) et dans lesquelles il n'y a normalement qu'une seule génération de Doryphore par an. Quant à la durée présumée du cycle de cet insecte en considérant la moyenne thermique des mois d'été, elle doit être comprise entre 50 et 60 jours; l'époque de la génération annuelle normale serait juin-juillet-août.

L'établissement des taux présumés de la multiplication peut être fait en utilisant les indications relevées en Amérique du Nord [3]. Le pullulement maximum d'insectes correspond aux endroits où les précipitations annuelles varient entre 60 et 150 centimètres, les jours pluvieux étant au nombre de 20 à 35 p. 100, le degré hygrométrique atteignant 70° environ, la moyenne thermique du mois de janvier variant de - 7 à — 2° C et celle de juillet de + 18 à + 22° C.

Dans la province de Poznan (moyenne de plusieurs années de la station de Petkowo), les précipitations annuelles atteignent à peine 49 centimètres. Dans l'année 1931 on a enregistré 60 centimètres environ, mais il y avait parfois des années de sécheresse extrême comme en 1934 et 1935, années sur lesquelles les données précises nous ont manqué. Le total des précipitations pendant les trois mois d'été atteint la moyenne de 18, 5 centimètres (23,5 pour l'année 1931) ce qui est beaucoup plus bas que l'optimum situé entre 35 et 55 centimètres indiqué par Trouvelot. Quant au degré hygrométrique, nous n avons trouvé que les chiffres pour l'année 1931 : juin : 78, juillet : 84, août : 85. Il apparaît donc que l'air serait un peu trop humide, ce qui peut gêner parfois l'invasion larvaire, mais pas considérablement.

La température de la province de Poznan présente également un certain écart de l'optimum indiqué plus haut.

La moyenne thermique de plusieurs années à Petkowo est pour janvier + 2,5° C (en 1931 — 1,1° C) et pour juillet de 18,5° C (en 1931 : 17,9° C). En 1939, la moyenne du mois de juillet pour cinq stations météorologiques de la province de Poznan atteignait 19° C.

On voit d'après ces éléments que les conditions climatiques moyennes de la province de Poznan, si elles n'atteignent pas l'optimum, n'en diffèrent pas sensiblement. Il semble donc que l'apparition du Doryphore dans cette province puisse être le point de départ de dégâts considérables.

## Conclusions générales.

1° Les variétés polonaises courantes de pommes de terre essayées en 1939 à Versailles ont montré des degrés divers dans leurs affinités à l'égard du Doryphore.

2° Nos premières études ont fait ressortir, en laboratoire comme en plein air, la pré-

[1] Prace doswiadczalne oraz sprawozdania z dzialalnosci rolniczych Zakladow Doswiadczalnych w roku, 1931, Pulawy, 1932.
[2] Trouvelot (B.). — Le développement du Doryphore en fonction du climat. Gembloux, 1935.
[3] Trouvelot (B.). — Le Doryphore de la Pomme de terre (*Leptinotarsa decemlineata Say*) en Amérique du Nord. (*Annales des Epiphyties et de Phytogénétique*, vol. 1, 1934-1935), Paris, 1936.

sence d'un certain ensemble de caractères intéressants dans les plantes dont nous avons disposé pour les variétés Marszalek et Odyniec, caractères dont les effets bien convergents tendent en dernier lieu à réduire les dégâts du Doryphore.

3° La variété Hetman prise comme repère biologique est très sensible aux attaques du Doryphore, sans toutefois présenter la sensibilité maximum observée dans nos études comparatives.

4° On peut prévoir qu'en Pologne, et notamment dans la province de Poznan, il n'y aurait qu'une seule génération du Doryphore par année; le développement de l'insecte pourrait durer 50 à 60 jours et les taux de multiplication pourraient être considérables.

*Station Centrale de Zoologie agricole, Versailles, novembre 1939.*

# LE CRABE CHINOIS [1]

## (*Eriocheir sinensis* Mil. Ed.)

## EN EUROPE ET PRINCIPALEMENT EN FRANCE

par Henri Hoestlandt.

Chargé de cours à la Faculté catholique des Sciences de Lyon.

### Introduction.

Bien que le Crabe chinois ait été identifié pour la première fois en Europe en 1912, c'est seulement en 1936 qu'un exemplaire isolé fut trouvé sur la côte du Boulonnais [1] et, en 1937, que j'en signalai cinq pris dans les eaux douces de la Flandre française [2], preuve évidente de son introduction en France. Actuellement il abonde dans cette zone de pénétration de 1937 [3], s'installe dans le bassin de la Somme [4] et parvient à l'estuaire de la Seine [5].

Les dégâts piscicoles et agricoles de cette invasion sont déjà prouvés dans les bassins de quelques-uns de nos cours d'eau de Flandre et sont redoutés pour d'autres. Il n'est donc pas inutile, à l'heure actuelle, de décrire ce Crustacé, d'étudier son mode de vie, principalement en France, de suivre sa propagation en Europe et enfin de signale brièvement ses méfaits et les moyens de lutte employés contre lui.

### Description.

Le Crabe chinois est un *Crustacé* de l'ordre des *Décapodes*. L'abdomen plat, symétrique et rabattu sur la face ventrale de la carapace, le situe dans la section des *Brachyoures*. La position des orifices sexuels mâles, sur le plastron sternal et non sur l'article basal de la dernière paire de pattes locomotrices, ainsi que la forme en quadrilatère de la carapace, le classe dans le groupe des *Catométopes*. Enfin l'écart entre les troisièmes maxillipèdes et l'insertion de leur carpe au milieu du bord antérieur du mérus le range dans la famille des *Grapsidés*.

Le genre *Eriocheir* se caractérise facilement par la présence de soies plus ou moins

[1] Conférence faite à la Station centrale de Zoologie agricole, avril 1944.

abondantes sur les pinces. Quant à l'*Eriocheir sinensis* (fig. 1 et 2) décrit par H. Milne Edwards en 1854 [6], il possède une carapace fortement bombée, munie de quatre dents frontales aiguës, de trois rangées de bosselures en arrière du front et de quatre épines sur les bords latéraux de la carapace. La couleur varie du vert olive au gris verdâtre ou jaune verdâtre. L'abdomen est formé dans les deux sexes de sept articles distincts, mais présente un dimorphisme sexuel accusé : étroit et à bords latéraux concaves avec soies

Fig. 1. — *Eriocheir sinensis*, mâle, face dorsale.

courtes chez le mâle ; large en forme de cuiller et à bords latéraux convexes avec des soies longues chez la femelle. Un dimorphisme semblable se manifeste pour les pinces : plus grandes chez le mâle, où elles sont abondamment couvertes d'un manchon circulaire de soies longues sur le propodite et le dactylopodite ; plus petites chez la femelle, où elles ne portent que des soies plus courtes sur les faces antérieures et postérieures

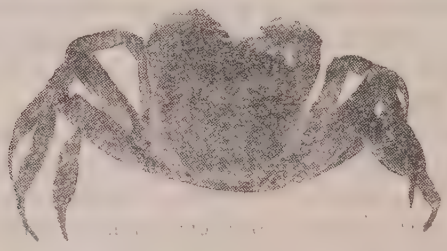


Fig. 2. — *Eriocheir sinensis*, femelle, face dorsale.

des mêmes articles. Le nom de ce crabe est lié à cette pilosité caractéristique, puisqu'on l'appelle *Eriocheir* et qu'en Allemagne on le nomme couramment le « crabe aux mains laineuses ». Chez le mâle et chez la femelle, l'extrémité des doigts de chaque pince est nue et de couleur blanche porcelainée. Les pattes ambulatoires portent des soies latérales plus longues chez le mâle que chez la femelle : ces pattes très allongées et grêles permettent au crabe des mouvements rapides.

Sa dimension peut atteindre 87 millimètres (mensuration prise sur la plus grande largeur de la carapace) ; mais la plupart des animaux matures qui descendent vers la mer mesurent 50 à 65 millimètres.

Dans son pays d'origine, la Chine, il se tient le long de la côte ou dans les fleuves, depuis la province de Fokien jusqu'à la côte occidentale de la Corée, c'est-à-dire entre les

25° et 40° degrés de latitude Nord. En Europe, il s'étend actuellement de la Finlande à l'estuaire de la Seine (50° à 60° degré de latitude Nord).

La confusion entre ce crabe et ceux de nos côtes n'est guère à craindre, car aucun de nos Décapodes ne possède ce manchon caractéristique de soies autour des pinces. Cependant, des pêcheurs du littoral, peut-être mal informés, ont confondu Crabe chinois et Dromie. Ce dernier présente sur tout le corps des soies courtes (« dos de velours », d'après les pêcheurs), la dernière paire de pattes locomotrices, très réduite, est apparemment insérée sur le dos et les mouvements sont très lents. Un bon observateur ne saurait donc se tromper dans la détermination de l'*Eriocheir sinensis*.

## Biologie.

1° *Premiers stades du développement en eau salée.* — La première partie de la vie du Crabe chinois s'effectue en eau salée (eau de mer ou eau saumâtre). Les œufs violacés, de petites dimensions (3/10 de mi'lim.), sont fixés aux pléopodes et insérés entre l'abdomen large et courbe et le céphalothorax. Les femelles porteuses d'œufs séjournent le long des côtes. En France les pêcheurs en prennent à 4 kilomètres du littoral, alors qu'en Allemagne ils en trouvent jusqu'à 30 kilomètres au large de l'estuaire de l'Elbe.

De mars à mai, elles se rapprochent du rivage. A Dunkerque, Gravelines, Boulogne, le Crotoy, des pêcheurs en prennent dans les « bas parcs » (filets tendus sur le sable à marée basse). Certaines femelles pénètrent dans les estuaires, et même en eau douce, ce qui provoque la mort des œufs qui jaunissent ensuite. A Gravelines j'ai souvent pris des femelles porteuses d'œufs, alors qu'elles remontaient vers les cours d'eau.

L'éclosion s'opère en avril, mai et même juin. Une femelle prise dans l'estuaire de la Somme en mai 1942 portait des œufs en cours d'éclosion. Celles qu'on prend à Gravelines d'avril à juin présentent tantôt des œufs, tantôt des enveloppes ou coques d'œufs vides et tantôt les deux états simultanément.

Les stades larvaires, très difficiles à trouver dans la nature, n'ont pas encore été pris en France. Les conditions actuelles ne facilitent aucunement de telles recherches. C'est en Allemagne que les élevages d'aquarium fournirent en 1938, pour la première fois, tous les stades successifs [7]. L'œuf donne naissance à une prézoé qui mue en quelques heures en zoé de 1 millim. 5 de longueur. Ces zoés, formes planctoniques, ont été pêchées dans l'estuaire de l'Elbe à hauteur de Cuxhaven, en eau de 20 à 30 p. 1 000 de salinité. Après quatre mues successives la zoé donne naissance à une mégalope de 5 millimètres. Cette forme, qui se tient habituellement sur le fond, remonte les estuaires; elle a été souvent pêchée au mois de juillet à la hauteur de Hambourg. La mégalope mue à son tour en petit Crabe de 3 millimètres, inapte à la nage, qui se tient aussi sur le fond. C'est ce que l'on appelle le premier des stades de fond; il grandit par mues successives. Ces jeunes passent généralement l'automne et l'hiver dans l'eau saumâtre ou douce, près des estuaires, pour remonter les fleuves au printemps suivant.

2° *Vie en eau douce.* — La montée en eau douce s'effectue plus ou moins rapidement, selon l'importance du courant et, sans doute, selon d'autres facteurs que nous ignorons. Dans la portion française de l'Yser, à Herzeele, c'est-à-dire à 40 kilomètres de la mer, j'ai pris, en mai dernier, un grand nombre de jeunes mesurant 9, 10, 11 millimètres de largeur.

Dans sa course ascendante, le Crabe peut remonter jusqu'à la source des fleuves ou rivières. Dans le haut bassin de l'Yser, dont le lit demeure à sec pendant l'été, mais

dont les mares voisines plus profondes gardent toujours un peu d'eau, on en a pris, en 1943, plusieurs exemplaires. C'était à quelques centaines de mètres de l'origine du premier petit fossé qui donne naissance au fleuve sur le territoire de Buysscheure.

Durant son séjour en eau douce, il demeure habituellement dans les eaux de surface l'été et dans les eaux profondes l'hiver; ce comportement est peut-être lié à un intense besoin d'oxygène pendant l'été.

Son régime d'omnivore lui rend la vie facile dans des faciès variés. Il est principalement phytophage (*Elodea, Ceratophyllum, Fontinalis,* etc.) et ne mange comme animaux que ceux du fond, tels que Mollusques, Larves de Chironome, Gammarus, cadavres de Daphnies, Crevettes ensablées des estuaires. Ces aliments, abondants dans les cours d'eau poissonneux du nord de la France, sont recherchés par beaucoup de poissons (Ablettes, Perches, Brêmes, Anguilles, etc.). L'*Ériocheir* ne touche ni au frai, ni aux poissons qui se trouvent dans des conditions normales de vie. D'après une étude de Thiel [8], les estomacs de Crabes vivant dans une zone habituelle de ponte et de développement des alevins ne contiennent des restes de petits poissons que dans 3,5 p. 100 des cas. Cela s'explique facilement, car parmi les milliers de jeunes poissons, il y a toujours des cadavres qui tombent au fond et deviennent leur proie.

Après une vie de trois à cinq années, l'*Ériocheir*, qui a atteint la dimension de 50 à 60 millimètres, est devenu apte à la reproduction et descend vers la mer en automne.

3° *Reproduction en eau salée.* — La reproduction de ce Crustacé exige, selon Peters [9], une eau dont la salinité varie entre 10 et 15 p. 1 000.

Dès le début de l'automne, et même en été, les *Eriocheir* adultes quittent les eaux douces et descendent avec le courant vers la mer; les mâles précèdent les femelles de quelques semaines. Dans l'Yser et dans l'Aa, le commencement de la migration est lié à l'influence du courant. Ainsi, à Herzeele, où un barrage aménagé spécialement permet de suivre avec précision les déplacements de ces animaux, les premières descentes commencèrent le 25 août en 1941, le 1er septembre en 1942 et le 25 septembre en 1943. Cette dernière date s'explique du fait que l'été dernier fut extrêmement sec et que les premières pluies eurent lieu du 20 au 27 septembre.

L'arrivée en eau saumâtre, d'après les observations faites à l'estuaire de l'Aa sur le territoire de Gravelines, de 1940 à 1943, correspond aux mois d'octobre et de novembre. L'accouplement est suivi de la ponte et les femelles chargées d'œufs se capturent à l'extrémité de la rivière, dans le port et dans le chenal de 2 kilomètres qui relie le port à la mer. Accompagné de beaucoup de mâles, les femelles rejoignent la mer et elles portent leurs nombreux œufs (500.000 à 1 million) jusqu'à l'éclosion qui a lieu au printemps suivant. A cette époque, une proportion importante des Crabes qui ont participé à la reproduction, remontent les estuaires et atteignent l'eau douce. J'en ai pris très souvent à Gravelines, d'avril à septembre et principalement en mai (une trentaine en une heure). Il y a toutes raisons de croire que ces Crabes participent à la période suivante de reproduction comme adultes de grande taille, c'est-à-dire de 70 ou 80 millimètres.

Les fleuves côtiers de Flandre présentent à ce comportement trois obstacles qui limitent certainement l'invasion. Les écluses gênent la descente des Crabes au cours de leur voyage vers la mer. Au moment des fortes pluies, malgré la présence d'un court estuaire, le passage de l'eau douce à l'eau salée peut être brutal et provoquer la mort des ovules. Enfin, la pollution des eaux, par les distilleries betteravières, en novembre, provoque la mort d'un grand nombre d'adultes; c'est ainsi qu'en automne dernier j'ai

vu à Gravelines, le long des berges de l'Aa, des milliers de cadavres de Crabes chinois au milieu de nombreux Crabes dépourvus de réactions vives.

### Propagation en Europe.

Ce Crabe fut découvert pour la première fois sur notre continent en Allemagne [8] par une capture datant du 26 septembre 1912, dans une nasse déposée dans l'Aller, affluent du Weser, à une distance d'environ 100 kilomètres de la mer. L'animal ainsi récolté était un grand mâle de 70 millimètres de longueur de carapace. De 1912 à 1918 des pêcheurs le signalèrent dans le bassin inférieur de l'Elbe.

On ignore le mode d'introduction en Allemagne de ce Crustacé originaire de Chine. Voici l'hypothèse la plus vraisemblable : les réservoirs de lest des navires, remplis d'eau en Chine là où vivent de jeunes Crabes chinois, les auraient transportés d'un pays à l'autre. Pour étayer cette idée on invoque le fait que les *Eriocheir* furent trouvés plusieurs fois dans les réservoirs de bateaux en réparation ou en démolition dans les chantiers de Hambourg. A partir de ce double bassin du Weser et de l'Elbe la propagation en Europe ne fut pas immédiate, elle ne commença qu'en 1924.

1° *Extension le long des côtes.* — L'extension s'opère à la fois dans deux directions (fig. 3). Vers le Nord-Est, l'extension est rapide. A la fin de 1928, on trouve l'*Eriocheir* sur la côte nord-ouest du Danemark et dans la mer Baltique à l'embouchure de l'Oder, ce qui représente un parcours d'au moins 400 kilomètres en cinq années. En 1933, il se capture en Suède près de Stockolm, et dans le golfe de Botnie, à Viborg en Finlande, c'est-à-dire qu'il progressa de 1.600 kilomètres dans les cinq années suivantes [10].

Vers le Sud-Ouest l'invasion est plus lente. En 1928 il n'a pas encore atteint le bassin inférieur de l'Ems. En 1933, on le prend dans l'Ems, dans les cours d'eau de la Hollande et dans l'Escaut à Anvers : soit un parcours de 500 kilomètres en dix années.

En France l'*Eriocheir* arrive en 1936 ; en 1938 on le prend en Flandre maritime et le long de la côte boulonnaise : parcours de 200 kilomètres en cinq ans. En 1943, il se capture dans la Somme et parvient au chenal de la Basse-Seine : parcours de 200 kilomètres dans le même laps de temps. En ces dix dernières années, le Crabe chinois n'a donc parcouru que 400 kilomètres.

Pour quelle cause la progression fut-elle plus lente vers le Sud-Ouest que vers le Nord-Est? Certains courants côtiers auraient-ils rejeté les larves vers le large en Hollande, en Belgique et dans le nord de la France?

L'extension s'opère à la fois par mer et par eau douce. Pour la France, il n'y eut invasion dans le Boulonnais que par mer puisque le réseau hydrographique de cette région est complètement isolé. Dans la Somme et la Seine, l'arrivée également par mer, s'impose géographiquement. En Flandre, le Crabe a sans doute progressé à la fois par mer et par les canaux de drainage appelés « watergangs » qui unissent les différents cours d'eau des Flandres française et belge.

2° *Pénétration à l'intérieur du pays.* — Puisque le Crabe passe la plus grande partie de sa vie en eau douce, le problème de sa pénétration à l'intérieur du pays se pose.

Il peut remonter très loin le cours des grands fleuves. C'est ainsi qu'on le capture, en 1933, dans la Moldau, affluent de l'Elbe, jusqu'à Prague (c'est-à-dire à plus de 800 kilomètres de la mer), et dans l'Oder, au delà de Breslau (à plus de 500 kilomètres de la mer). Par contre, dans le Rhin, en négligeant les indications reconnues fausses

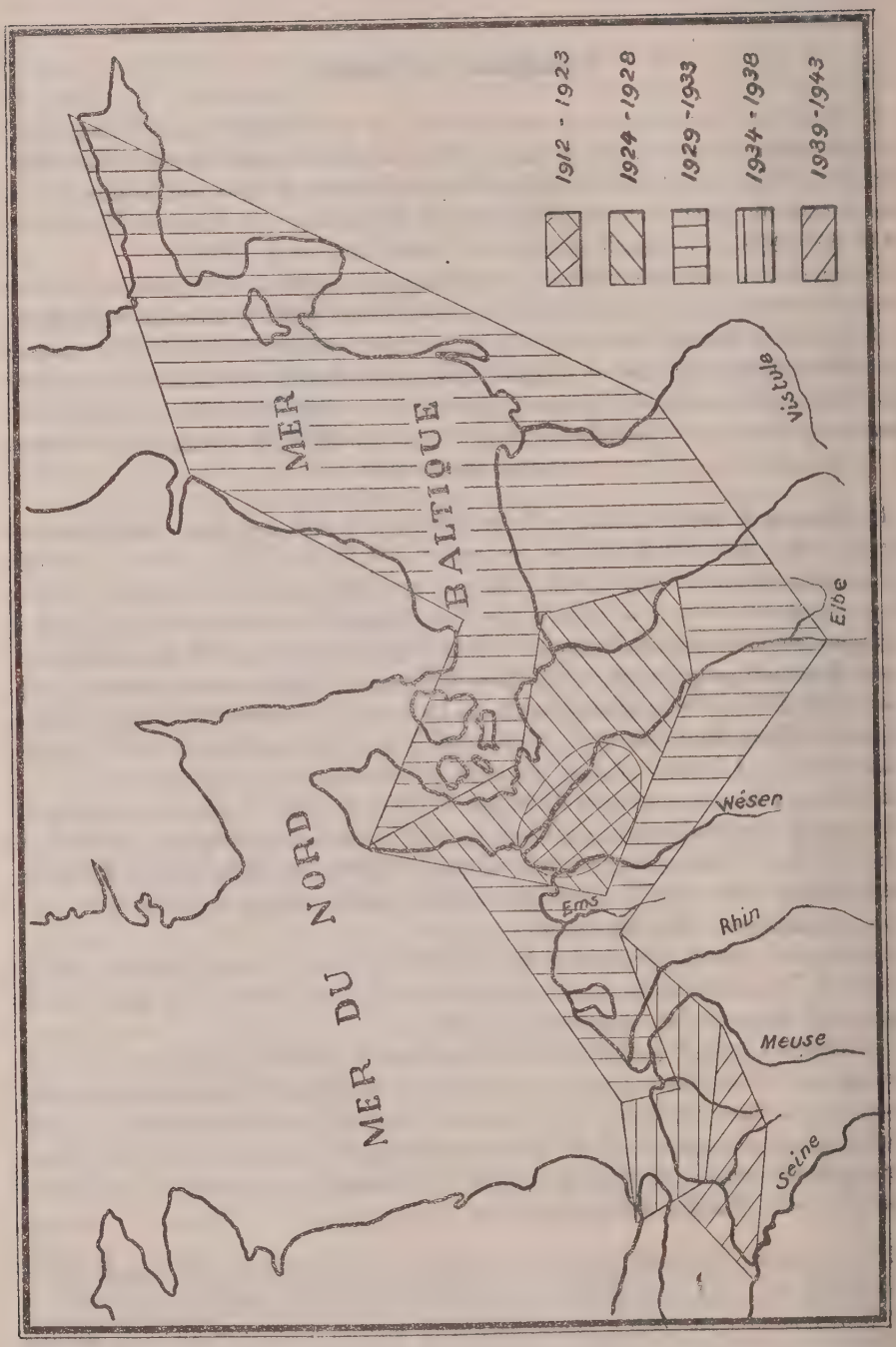



FIG. 3. — Carte de la propagation de l'*Eriocheir sinensis* en Europe.

par la suite, il ne dépasse pas Wesel en 1939 (localité située à 200 kilomètres de l'estuaire); et, dans la Meuse, on le signale, la même année, près de Namur, à 300 kilomètres de son embouchure. Pourquoi ces différences? Serait-ce encore l'influence des courants côtiers sur les larves? Que nous apprendra la Seine?

Dans les fleuves moins étendus ou éclusés, notre pays livre les faits les plus intéressants (fig. 4). Dans l'Yser, l'*Eriocheir* monte, comme nous l'avons déjà signalé, jusqu'à

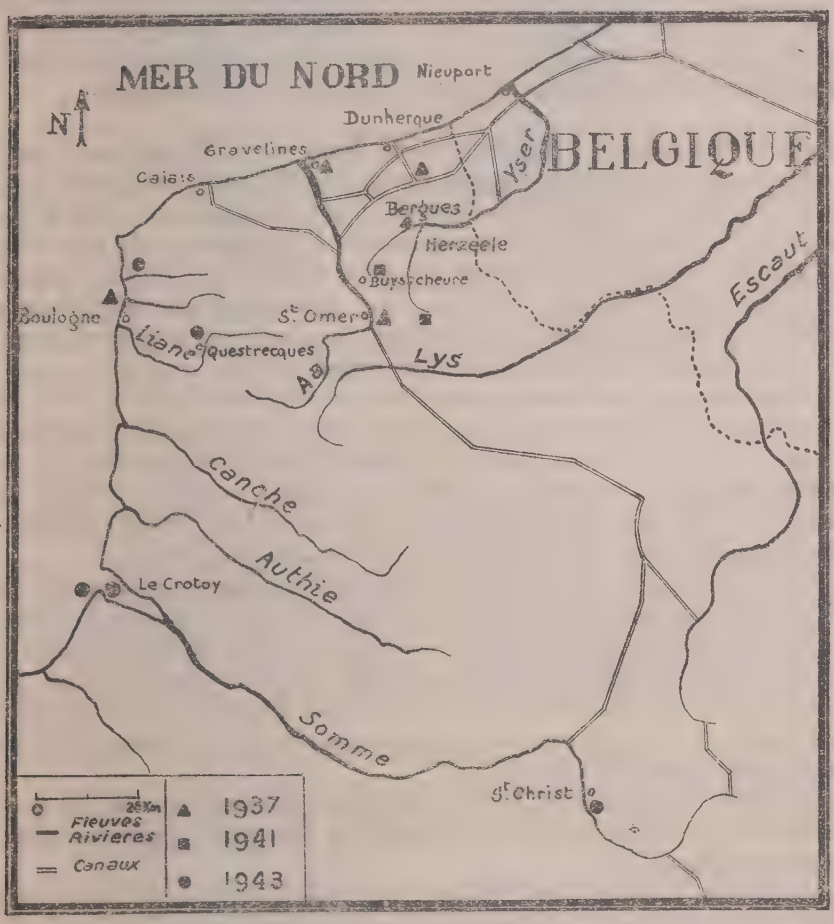



Fig. 4. — Carte de la propagation de l'*Eriocheir sinensis* dans le nord de la France.

la source même du cours d'eau, ce qui ne représente cependant que 60 kilomètres de parcours. Dans la Liane, qui se jette à Boulogne, l'*Eriocheir* a été pris dans le haut bassin de ce petit fleuve côtier, à Questrecques, situé à 25 kilomètres de la mer. Dans la Somme enfin, il y a quelques semaines, M. Vivier, directeur de la Station centrale d'Hydrobiologie appliquée, me signalait la capture d'un Crabe chinois mâle, de grande taille, pris en septembre dernier en amont de Péronne, à Saint-Christ, soit à environ 150 kilomètres de la mer. Ce Crustacé remonte donc profondément dans le domaine de nos fleuves à réseau peu étendu.

Il y a lieu de signaler pourtant deux cas particuliers. D'une part, l'absence de courant

dans les canaux semble défavoriser l'invasion : c'est le cas du canal de Neuf-Fossés qui relie l'Aa à l'arrière-pays. Le Crabe chinois y est rare, et la région très poissonneuse d'Aire n'avait pas encore été envahie en 1941. Ce fait, joint aux nombreuses constatations de Kamps [11], pour le nord de la Hollande, permet de conclure à la nécessité du courant pour la pénétration du Crabe à l'intérieur du pays. D'autre part, la pollution des eaux semble lui être très néfaste. Dans l'Escaut, il ne dépasse pas encore la région de Gand [12]; des recherches effectuées dans le haut bassin de l'un de ses affluents, la Lys, n'ont fourni aucun résultat. Or il existe, dans le moyen bassin de l'Escaut ou de la Lys, des zones constamment polluées. Le même fait se constate pour l'Aa dont les eaux sont habituellement polluées en amont de Saint-Omer, à Blendecques.

3° *Densité de peuplement.* — Parmi les grands fleuves, c'est l'Elbe qui nous livre les observations les plus précises et les plus importantes. En 1927, on constate pour la première fois la présence de grandes quantités de jeunes *Eriocheir* en amont de Hambourg. L'année suivante, les pêcheurs commencent à se plaindre de leur abondance, on en vend 230 kilogrammes au marché à poissons de Hambourg. En 1929, l'accroissement de population continue, puisqu'au début de novembre un seul pêcheur prit dans sa nasse 500 kilogrammes de ce Crustacé. Cette ascension se poursuit jusqu'en 1933, pour connaître ensuite des variations irrégulières sans cependant accuser de fortes diminutions, malgré une organisation intensive de la lutte contre le Crabe. Voici les chiffres que m'a aimablement communiqués M. le docteur Panning; c'est le total annuel des captures dans le territoire moyen de l'Elbe : 143.000 kilogrammes en 1933, 170.000 kilogrammes en 1936, 113.000 kilogrammes en 1937, 136.000 kilogrammes en 1938. Les chiffres de 1939 ne sont pas connus. En 1941, Panning remarque la grande quantité de jeunes Crabes se déplaçant vers l'amont.

Dans les autres fleuves envahis, le Crabe chinois est beaucoup moins abondant; dans le Weser, le peuplement n'est important que dans le bassin inférieur : à Brême, la capture d'animaux se dirigeant vers l'amont fournit les chiffres suivants : 12.800 kilogrammes en 1936, 3.000 kilogrammes en 1938 et 5.000 kilogrammes en 1939. Dans l'Ems, il ne s'agit que de quantités insignifiantes. Quant à l'Oder et à la Vistule, dans lesquels ce Crabe était encore à l'état sporadique en 1935, Panning ne m'a communiqué aucune précision nouvelle.

Dans le Rhin et la Meuse enfin, il n'est devenu progressivement abondant que dans les estuaires où on le capture par milliers d'exemplaires. Mais à 100 kilomètres en amont il est rarement capturé.

Pourquoi cette différence entre l'Elbe et les autres grands fleuves? Aucune raison satisfaisante n'est donnée. Quels résultats nous apportera l'invasion de la Seine?

Les fleuves peu étendus ne présentent pas, selon Panning, une surface d'eau douce assez vaste pour satisfaire aux besoins d'une population dense. Mais les observations de notre pays ne s'accordent pas parfaitement avec ces vues.

L'examen suivi de la portion française de l'Yser et du cours de l'Aa, de 1937 à 1943, prouve que l'accroissement de la population augmenta très régulièrement jusqu'en 1942, mais que depuis lors l'équilibre est probablement atteint. Le barrage, spécialement aménagé pour les captures de Crabes à Herzeele, dans l'Yser, a permis de capturer ceux qui descendaient vers la mer. En 1939, on ne prenait que 40 Crabes; en 1940, n'étant pas sur place, je n'ai pu recueillir de chiffres précis, mais on vit, en septembre, de nombreux Crabes descendre vers la mer après enlèvement d'un barrage métallique nécessité par la reconstruction d'un pont. En 1941, on prenait 800 Crabes; en 1942,

1.100 et, en 1943, 700 (le mauvais état du barrage et des nasses de capture peut expliquer cette dernière diminution). D'autre part, la quantité de Crabes parvenant à Gravelines en automne, pour la reproduction, semble chaque année plus nombreuse. Enfin, les pêcheurs de l'Yser et de l'Aa se plaignent de plus en plus des méfaits causés par les Crabes. L'Yser et l'Aa, fleuves côtiers éclusés, avec estuaire canalisé de 2 kilomètres de longueur, sont donc favorables à la vie du Crabe chinois.

Que peut-on prévoir pour le Boulonnais et la Somme? La Liane, la Canche et l'Authie présentent un cours comparable à l'Yser et à l'Aa. La Somme elle-même s'en rapproche plus encore puisqu'elle est éclusée ; son vaste estuaire et ses importantes étendues d'eau très riches en flore et en faune semblent propices à un accroissement rapide de population, à moins que des facteurs inconnus n'interviennent ou que des moyens de lutte efficaces ne soient mis en œuvre.

Faut-il signaler le cas spécial du nord de la Hollande irrigué par des cours d'eau ou canaux éclusés directement sur mer? En 1935, deux années après sa pénétration, le Crabe y pullulait. En 1936 et en 1937, il avait presque disparu. Il y eut une légère augmentation de densité en 1939, à laquelle succéda un état presque sporadique en 1940 et en 1941. Mais les faits cités plus haut prouvent que nous ne devons pas espérer une diminution de l'espèce qui ne rencontre pas chez nous ces passages directs de l'eau douce à l'eau de mer.

## Dégâts et lutte.

1° *Dégâts.* — La prolifération de ce Crabe entraîne un certain nombre de dangers.

C'est d'abord la diminution de la faune piscicole d'eau douce jusqu'à ce qu'un équilibre faunistique se soit établi. Chaque femelle d'*Eriocheir* portant 500.000 à 1 million d'œufs, il est normal qu'à des conditions de reproduction favorables réponde une pullulation de jeunes Crabes. Dès lors, comme ces Crabes ne rencontrent pas d'ennemis sérieux en eau douce, ils y vivront facilement et, par leur voracité, concurrenceront le Poisson. Celui-ci, trouvant de plus en plus difficilement sa nourriture, deviendra de plus en plus rare.

Cette prolifération entraîne, par le fait même, le ralentissement de la pêche. Même dans les eaux encore poissonneuses de l'Yser et de l'Aa, la pêche de fond, particulièrement pratiquée en automne pour l'Anguille, n'est plus qu'une abondante capture de Crabes qui mordent à tous les appâts.

Cette prolifération cause l'usure rapide des filets et nasses de corde. C'est Kamps qui remarqua cette détérioration provoquée par le frottement de la carapace et des épines.

Le creusement des galeries, enfin, présente des dangers moins sérieux.

J'ai vu ces galeries principalement à Gravelines et dans l'Yser. Elles sont creusées dans la paroi verticale d'une berge formée d'argile compacte et non couverte de roseaux. A Gravelines, ces galeries sont groupées en certaines portions de la berge et généralement disposées entre le niveau des hautes eaux et des basses eaux, alors que dans l'Yser elles sont immergées près de la surface de l'eau. Ces creusements mesurent de 5 à 50 centimètres de profondeur et de 1 ou 2 à 8 ou 10 centimètres de largeur, suivant la dimension des Crabes qui y logent. Leur entrée est ovale et une légère pente maintient constamment de l'eau au fond du logement.

Si en Allemagne on a constaté des éboulements de berges et craint des affaissements de travaux hydrauliques, rien de semblable n'a été remarqué en France où j'ai observé durant trois années des berges creusées par des Crabes chinois à Gravelines. Cependant,

de l avis de M. Boisgontier, ingénieur des Ponts et Chaussées à Gravelines, le creusement de ces berges et le travail effectué par la surface de l'eau qui vient battre ces mêmes zones, pourra jouer peu à peu un rôle important et provoquer des éboulements.

Il faut signaler également que, le long des berges couvertes de pierres, le Crabe creuse entre les intervalles non cimentés, ce qui provoquera la chute des pierres à brève échéance.

2° *Lutte* [1]. — Les conclusions actuelles concernant les méthodes de lutte sont les suivantes : parmi les moyens biologiques, les ennemis naturels (Oiseaux et Rats) ne détruisent qu'un très petit nombre d'*Eriocheir*.

Les moyens physiques se basent sur les migrations régulières présentées par l'espèce. On peut capturer les Crabes soit lors de la montée des jeunes vers l'amont, soit lors de la descente des adultes vers la mer, par des barrages complétés par des « fosses de capture ». (Dans certains barrages sur les fleuves allemands, on prit jusqu'à 45.000 kilogrammes d'*Eriocheir* en une seule année.)

## Conclusions.

Lorsque le Crabe chinois parvint en Allemagne, on se félicita d'abord de cette pénétration qui serait utile au pays. Sans danger pour le Poisson, le Crustacé fournirait un aliment aux Oiseaux trop avides de ces mêmes Poissons et servirait à l'Homme pour sa nourriture.

Les faits ne vinrent pas confirmer ces prévisions, car, hélas, les Crabes de plus en plus abondants menaçaient de devenir un fléau. A la suite de premiers dégâts encore limités, on en redouta d'autres plus graves : disparition des Poissons, écroulement des berges, affaissement des constructions hydrauliques.

Heureusement, ces dernières craintes s'avèrent actuellement elles aussi exagérées. Il semble qu'un équilibre faunistique, dans lequel le Crabe a pris sa place, se soit réalisé ; la pêche que le Crabe a rendue plus difficile n'a pas perdu tout intérêt et les berges souffrent relativement peu du constructeur de galeries.

---

## BIBLIOGRAPHIE.

1. Gallien L., 1936. — Apparition de l'*Eriocheir sinensis* sur les côtes françaises du Boulonnais. (*Bull. Soc. Zool. Fr.*, LXI, p. 204-206.)

2. Hoestlandt H., 1937. — Pénétration de l'*Eriocheir sinensis* dans le réseau hydrographique de la Flandre française. (*Bull. Soc. Zool. Fr.*, LXII, p. 398-400.)

3 Hoestlandt H., 1940. — *L'Eriocheir sinensis* dans le Nord de la France (1937-1939). (*Bull. Fr. Piscic.*, n° 121, p. 101-125.)

4. Hoestlandt H., 1942. — Nouvelles recherches sur l'installation du Crabe chinois en France depuis 1940. (*Bull. Fr. Piscic.*, n° 126, p. 13-25.)

5. Hoestlandt H., 1943. — Le Crabe chinois dans l'estuaire de la Somme. (*Bull. Fr. Piscic.*, n° 134, p. 38-39.)

6. Milne Edwards H., 1854. — Note sur quelques crustacés nouveaux ou peu connus. (*Arch. Mus. Hist. Nat.*, VII, 2, p. 145-192.)

7 Panning A., 1939. — Die Larven von *Eriocheir sinensis H. L. Edw.* (*Zool. Anz.*, CXXV, p. 274-283.)

Pour tous détails se reporter à l'étude parue sur ce sujet dans le *Bulletin français de Pisciculture* en 1942, p. 13 à 25.

8. Thiel H., 1936. — Ist die Wohlhandkrabbe ein Nahrungskonkurrent unserer Nutsfische? (*Der Fischmarkt*, Heft 4/5.)

9. Peters N. u. Panning A., 1933. — Die chinesische Wohlhandkrabbe in Deutschland. (*Zool. Anz.*, CIV, 180 p.)

10. Peters N., 1937. — Ausbreitung und Verbreitung der chinesischen Wohlhandkrabbe in Europa in den Jahren 1933 *bis* 1935. (*Mitt. Hamb. Zool.* Mus. Inst., XLVII, p. 1-31.)

11. Kamps L. F., 1937. — Die chineesche Wollhandkrab in Nederland, Thèse 108 pages..

12. Lestage J. A., 1939. — Nouvelles recherches sur l'extension en Belgique du Crabe chinois. (*Ann. Soc. Roy. Zool. Belg.*, LXX, p. 5-8.)

# SUR L'UTILISATION DES PRODUITS MOUILLANTS ET DES ADHÉSIFS

## COMME ADJUVANTS AUX BOUILLIES AGRICOLES

par

A. Kovache, Ingénieur en chef des Poudres, et H. Ficheroulle, Ingénieur-chimiste.

---

Parmi les nombreux produits vendus dans le commerce comme adjuvants destinés à améliorer les bouillies agricoles, on trouve à côté des *mouillants* divers, d'autres produits dits adhésifs, destinés d'après les fabricants à augmenter l'*adhérence* des bouillies sur les feuilles.

A ce sujet, M. Trouvelot, du Centre de Recherches Agronomiques de Versailles, fait remarquer que ce terme d'adhérence, très vague, avait été remplacé à l'étranger par des expressions plus précises, savoir :

*Rétention initiale* ou quantité de matière déposée sur les feuilles au moment du traitement.

Et *Ténacité* des dépôts obtenus, ou résistance de ces dépôts aux intempéries.

Ces deux propriétés sont, de toute évidence, bien différentes.

On conçoit, en effet, que les mouillants qui étalent les gouttes sur les tissus végétaux et les empêchent de glisser sur le sol, améliorent cette rétention initiale, mais aussi qu'il est beaucoup moins certain qu'ils aient une influence heureuse sur la ténacité des dépôts obtenus après le séchage des gouttes.

Le simple examen des notices des fabricants montre que ceux-ci, d'une façon générale, confondent les deux propriétés et semblent attribuer à des produits exclusivement mouillants comme la bile de bœuf ou les dérivés sulfonés la propriété d'augmenter la résistance aux vents et à la pluie.

Le but initial de nos essais était donc de vérifier si les produits commerciaux dits adhésifs possèdent les qualités qu'on leur imputait.

C'est au cours de leur exécution que M. Raucourt, Directeur du Laboratoire de Phytopharmacie de Versailles, faisant remarquer :

1° Que d'après certaines constatations, les corps mouillants, bien qu'améliorant la *répartition* des dépôts, *diminuaient l'importance de ceux-ci de telle sorte qu'un excès avait une action défavorable.*

2° Qu'en Amérique, on ajoutait aux bouillies, *comme adhésifs*, des huiles de paraffine très purifiées, rendues émulsionnables par des produits divers comme le savon.

Nous avons donc complété nos premiers essais et résumons dans la présente note les résultats obtenus au cours d'expériences effectuées au Bouchet pour contrôler ces diverses assertions.

Nous commençons par donner quelques précisions sur les modes opératoires utilisés et relatons ensuite les résultats obtenus.

## A. Appareillage. — Mode opératoire.

### *1° Appréciation du pouvoir mouillant.*

Nous avons adopté une méthode due à MM. Boutaric et Boujard qui donne la mesure de l'étalement des gouttes sur n'importe quelle surface, pouvant être appliquée par conséquent sur les feuilles des végétaux elles-mêmes.

Mais comme l'expérience montre que les nombres obtenus varient beaucoup d'une feuille à une autre et même sur le dessus ou le dessous d'une même feuille, nous avons adopté une surface type préconisée par M. Paul Woog [1] facile à reproduire en tout temps et en tout lieu.

a. *Préparation des surfaces.* — M. Woog, dans l'ouvrage cité, indique que les surfaces végétales très hydrofuges comme les feuilles de choux, sont caractérisées par la présence d'enduit cireux superficiel présentant des discontinuités, aspérités et irrégularités en forme de réseau tendant à fixer sur la surface une pellicule d'air qui empêche le mouillage.

En s'inspirant de ces remarques, l'auteur a préparé un certain nombre de surfaces, présentant plus ou moins ces propriétés, parmi lesquelles nous avons choisi et adopté la suivante :

Le support est constitué par une plaque de verre dépolie au jet de sable fin, que l'on trempe dans une solution benzénique à 12 p. 100 de paraffine « microcolor » pour inclusions microscopiques. Après séchage complet, on saupoudre la surface de poudre de stéarate de baryum passée au tamis de 200 que l'on fixe par frottis à l'aide d'un fin tampon de ouate. On réalise ainsi une surface présentant des aspérités dues au dépoli du verre et recouvertes d'un enduit cireux retenant des grains de savon insoluble, sur laquelle les gouttes d'eau restent bien sphériques et séparées du fond par une pellicule d'air que témoigne le reflet brillant argenté qu'elles présentent lorsqu'on les examine sous un certain angle.

b. *Conduite des essais.* — Les solutions à examiner colorées par l'éosine sont introduites dans une microburette graduée ou dans un appareil de Traube placé à 2 centimètres de

[1] Sur les phénomènes de mouillabilité et les applications de ces phénomènes par MM. H. Devaux, Paul Woog, M. Arrijat, A. Dognon et Lecomte de Nouy, Librairie Hermann, 1942.

la surface en expérience; on distribue les gouttes qui s'écoulent par simple déplacement de la surface, puis on déduit leur volume en comptant combien il s'en écoule d'un volume connu.

Les surfaces sont soumises au séchage à l'air libre, puis on mesure les surfaces des taches obtenues, soit à la machine à diviser ou au microscope à micromètre si les gouttes sont restées circulaires, soit à l'aide de papier quadrillé au millimètre transparent si les gouttes, comme cela arrive surtout sur les feuilles, affectent des formes irrégulières quelconques.

Pour chaque détermination, on prend la moyenne des surfaces obtenues avec 15 à 20 gouttes.

On calcule le rapport $\frac{S}{V}$ en exprimant les surfaces en millimètres carrés et les volumes en millimètres cubes.

### 2° *Appréciation de la rétention initiale et de la ténacité des dépôts.*

En principe, on pulvérise sur des surfaces identiques une bouillie préparée suivant un procédé bien défini et la même bouillie additionnée du produit à essayer.

Après séchage sur la moitié des surfaces obtenues, on dose la matière active déposée, ce qui permet d'apprécier la *rétention initiale* et l'influence des additions.

On soumet ensuite l'autre moitié des plaques à des arrosages suivis de séchages et d'exposition à l'air, puis on dose ce qui reste de matières actives après ces traitements. On a ainsi une mesure de la *ténacité des dépôts* pour les conditions des expériences.

*Préparation et traitement des dépôts.* — On obtient les dépôts soit en pulvérisant les bouillies fraîchement préparées à l'aide d'un pulvérisateur de verre facile à nettoyer, d'une part, sur des plaques de verre 9×12, d'autre part, sur des feuilles de vigne elles-mêmes étalées sur des planchettes, soit *plutôt par étalement goutte à goutte de la bouillie distribuée à l'aide d'une burette*, ce qui donne des dépôts plus conséquents.

Après séchage de douze heures à la température ordinaire, les échantillons sont placés sur un support incliné à 45° sur l'horizontale, distant de 35 centimètres d'un appareil pulvérisant de l'eau en fines gouttelettes.

Pour obtenir des effets de ruissellement aussi constants que possible d'un essai à un autre, l'eau et l'air sont introduits sous pression constante; l'arrivée d'eau est réglée par un tube de niveau et la pression d'air par un monodétendeur.

Les préparations sont alternativement arrosées 15 minutes, séchées à la température ordinaire et soumises à un nouvel arrosage de 15 minutes, puis finalement séchées à l'étuve à 100 degrés.

On dose le cuivre des dépôts avant et après le traitement, après les avoir dissous par simple immersion à froid dans l'acide nitrique à 10 p. 100.

Dans les feuilles, on découpe une vingtaine de rondelles à l'aide d'un emporte-pièce représentant environ 150 centimètres carrés de surface couverte.

## B. Essais effectués et résultats obtenus.

### 1° *Pouvoir mouillant.*

Nous avons examiné un certain nombre de produits commerciaux présentés à l'homologation, à la concentration uniforme de 4 grammes dans 100 centimètres cubes d'eau.

Le tableau ci-après donne les résultats obtenus dans une première série d'essais effectués sur les surfaces paraffinées dont nous avons parlé.

L'expérience montre que les résultats obtenus s'écartent très peu d'un essai à un autre et sont donc fidèles. Ils permettent de classer les produits à pouvoir mouillant voisin de celui de l'eau qui donne un indice de 0,5 environ, jusqu'à ceux à pouvoir mouillant très élevé à indice 3,5 avec toute la gamme intermédiaire.

Nous avons ensuite répété les mêmes essais sur de jeunes feuilles de vigne de 7 à 9 centimètres de largeur en choisissant des produits ayant présenté des différences très nettes, tels que l'eau, l'adherfix et l'éliosol.

## Tableau I.

*Indices $\frac{S}{V}$ de quelques produits sur surfaces hydrofuges.*

| NUMÉROS DES ÉCHANTILLONS. | PRÉSENTÉS COMME | COMPOSITION. | INDICE $\frac{S}{V}$ | NOMBRE de GOUTTES. | TENSION SUPERFICIELLE. |
|---|---|---|---|---|---|
| Eau | | | 0,47 | 100 | 73 |
| Alcool à 45° | | | 2,34 | 232 | 33 |
| Bouillie bordelaise. | | | 0,47 | | |
| Bouillie bourguignonne. | | | 0,49 | | |
| 51 | mouillant améliorant des bouillies | Terpinéol, sulforicinates, carbures terpéniques, Ethanolamine | 1,75 | 167 | 37 |
| 52 | *Idem.* | Terpinéol, undécylate de triéthanolamine, éthers terpiniques de l'acide ricinoléique | 1,38 | 178 | 39 |
| 53 | *Idem.* | Méthylamidodiphénylméthane | 0,64 | 100 | 62 |
| 54 | adjuvant aux bouillies cupriques. | Isopropylxanthate de soude | 0,62 | 109 | 57 |
| 55 | insectifuge. | A base d'huile de pin émulsionnée | 2,57 | | |
| 56 | mouillant et adhésif. | 28 % alcools terpéniques et émulsifiant | 2,42 | 224 | 31 |
| 57 | *Idem.* | 70 % alcool terpénique | 3,27<br>3,14 | filet continu | 32 |
| 58 | mouillant agricole. | Naphtalène sulfonate de soude | 2,17 | 200 | 29 |
| 59 | mouillant et adhésif. | Résinate de soude | 2,40 | 227 | 40 |
| 60 | insecticide. | A base d'essence de pin et alcools terpéniques | 3,51 | filet continu. | 32 |
| 61 | *Idem.* | A base de sulfate de nicotine, mouillant adhésif Kuhlmann | 0,65<br>0,75 | 105 | 62 |
| 62 | *Idem.* | Nicotine et alcools terpéniques | 3,40 | filet continu. | 34 |
| 63 | antipyrale | Produit arsenical sans mouillant | 0,57 | 102 | 59 |
| Chlorhydrate de laurylamine<br>Laurylamine éthane | Produits mouillants synthétiques, préparés par le laboratoire des Industries chimiques | | 2,82<br>1,47 | | |

## Tableau II.

*Valeur du rapport $\frac{S}{V}$ sur feuille de vigne.*

| | ESPÈCES À FEUILLES LISSES | | ESPÈCES À FEUILLES PUBESCENTES EN DESSOUS | |
|---|---|---|---|---|
| | DESSUS. | DESSOUS. | DESSUS. | DESSOUS. |
| Eau | 0,60<br>0,60 | 0,12 | 0,43 | 0,10 |
| 51 | 1,04<br>1,58 | 0,80 | 0,93 | 0,92 |
| 57 | 1,77<br>1,34 | 1,22 | 3,02 | 5,10 |

On voit que, comme l'ont constaté MM. Boutaric et Grandjean, on trouve de grandes différences même entre le dessus et le dessous d'une même feuille et qu'il est impossible de chercher à obtenir des valeurs absolues. Il n'en est pas moins vrai que l'on retrouve sur les feuilles le même classement que celui précédemment obtenu sur les plaques.

A titre de documentation, nous avons complété, pour un certain nombre de solutions, les renseignements précédents par les déterminations du nombre de gouttes à la pipette Duclaux et des tensions superficielles mesurées au tensiomètre Leconte du Nouy. Ces valeurs sont données dans les deux dernières colonnes du tableau.

On voit qu'il existe une corrélation assez bonne entre l'indice $\frac{S}{V}$ et le nombre de gouttes; par contre, la tension superficielle donne des renseignements moins précis puisqu'elle est sensiblement la même pour des corps, ayant pour les surfaces considérées, des indices d'étalement de 2,4 et 3,5.

### *2° Rétention initiale.*

Nous avons choisi un certain nombre de produits commerciaux assez bien définis qui, d'après les modes d'emploi des vendeurs, doivent être employés à la dose de quelques millièmes. Nous avons donc fait nos essais avec 0,5 p. 100, puis avec 1 et 2,5 p. 100 des produits, proportions pouvant être considérées comme quatre et dix fois trop fortes. Nous avons utilisé des surfaces de 193 centimètres carrés.

Tableau III.

| N° des échantillons. | Genre de produit essayé. | Dose. | Milligrammes cuivre déposé. | Résultats obtenus. La teneur en cuivre |
|---|---|---|---|---|
| 51 | Mélange de terpinéols sulforicinate | 0,5 | 9 mmg. | augmente nettement. |
| | | 1 | 12 mmg. | |
| | | 2,5 | 23 mmg. | |
| | Fiel de bœuf | 0,5 | 9 mmg. | ne varie pas. |
| | | 1 | 8 mmg. | |
| | | 2,5 | 8 mmg. | |
| 58 | Naphtalène sulfonate | 0,5 | 8 mmg. | augmente légèrement. |
| | | 1 | 9 mmg. | |
| | | 2,5 | 12 mmg. | |
| 59 | Résinate de soude | 0,5 | 7 mmg. | ne varie pas. |
| | | 1 | 7 mmg. | |
| | | 2,5 | 7 mmg. | |
| 64 | Lignosulfite | 0,5 | 7 mmg. | ne varie pas. |
| | | 1 | 9 mmg. | |
| | | 2,5 | 9 mmg. | |
| 54 | Isopropyl xanthate | 0,5 | 6 mmg. | diminue légèrement. |
| | | 1 | 4 mmg. | |
| | | 2,5 | 4 mmg. | |
| 65 | Alcool terpénique | 0,5 | 5 mmg. | augmente légèrement. |
| | | 1 | 7 mmg. | |
| | | 2,5 | 7 mmg. | |
| 57 | Alcool terpénique émulsifiant | 0,5 | 4 mmg. | augmente nettement. |
| | | 1 | 7 mmg. | |
| | | 2,5 | 26 mmg. | |
| | Bouillie sans mouillant | | 7 mmg. | |
| | | | 7 mmg. | |
| 65 | Sulfoterpen (Alcool terpénique) | 0,5 | 4 mmg. | augmente. |
| | | 1 | 7 mmg. | |
| | | 2,5 | 26 mmg. | |

*Dans nos essais on ne retrouve donc pas l'influence néfaste de l'excès de mouillant signalés par les auteurs,*

En effet, pour quelques produits, il y a même une amélioration notable qui peut être due à la présence de matières collantes comme des résines non transformées, mais en

général la variation est insignifiante et ne présente pas en tout cas de chute appréciable de la valeur des dépôts.

### *3° Ténacité des dépôts.*

*1re série.* — Avec une proportion élevée d'adjuvant (supérieure à 2 p. 100).

TABLEAU IV.

| N° DES ÉCHANTILLONS. | COMPOSITION. | % AJOUTÉ. | PERTES POUR CENT SUR VERRE. | PERTES POUR CENT SUR FEUILLE DE VIGNE. |
|---|---|---|---|---|
| 51 | Terpinéol | 2 | 59 | 50 |
| | Carbures terpéniques | 4 | 72 | 60 |
| | Sulforicinate | 6 | 75 | 65 |
| 59 | Résinate de soude | 2 | 53 | 49 |
| | | 4 | 56 | 51 |
| | | 6 | 66 | 60 |
| 66 | Gel d'alumine | 4 | 63 | 68 |
| | | | 78 | 66 |
| 67 | Lignorésine sulfitique | 2 | 75 | 60 |
| | Talc | | | |
| 68 | Lignosulfites extraits des lessives résiduaires | 2 | 76 | 66 |
| 69 | Gomme arabique | 2 | 78 | 70 |
| | Acides gras | | | |
| 70 | Silicate de soude à 34° Bé | 5 | 20 | 14 |
| | | 10 | 16 | 10 |
| Bouillie normale sans adhésif. | | | 42 à 45 | 20 à 23 |
| 71 | Bentonite | 2 | 80 | |
| | Kaolin | | | |

*2° série.* — Dans cette série et les suivantes, au lieu d'exprimer les pourcentages de pertes, on a souvent traduit les résultats par les rapports $\frac{Q\ ap}{Q\ av}$ des quantités de produits actifs, présentes sur les surfaces après traitement et avant traitement. Ce rapport égale l'unité lorsque le traitement n'a donné lieu à aucune perte.

TABLEAU V.

| N° DES ÉCHANTILLONS. | COMPOSITION. | % AJOUTÉ. | $\frac{Q\ ap}{Q\ av}$ | PERTES % | INFLUENCE SUR LA TÉNACITÉ. |
|---|---|---|---|---|---|
| Bouillie bordelaise | | | 0,89 | 11 | |
| 72 | Bentonite | 0,5 | | 95 | |
| | | 1 | | 96 | diminue nettement. |
| | | 2,5 | | 99 | |
| 73 | Terpinéol (80) et brai (20) | 1 | | 19 | |
| | | 2,5 | | 14 | sans action. |
| 74 | Argile | 1 | 0,6 | | diminue. |
| 75 | Butylnaphtalène sulfonate d'ammoniaque | 0,5 | — | 76 | |
| | | 1 | — | 88 | diminue nettement. |
| 76 | *Idem.* | 0,5 | 0,9 | 86 | |
| | | 1 | 0,1 | 93 | *Idem.* |
| | | 2,5 | 0,06 | 95 | |
| 66 | Aluminate de soude et sulfate d'al. | 0,5 | | 10 | |
| | | 1 | | 9 | améliore légèrement. |
| 67 | Lignosulfite | 0,5 | | 80 | |
| | | 1 | | 93 | diminue nettement. |
| | | 2,5 | | 99 | |
| 69 | Acide gras | 0,5 | 0,7 | 31 | |
| | Gomme arabique | 1 | 0,2 | 78 | *Idem.* |
| | | 2,5 | | 99 | |
| 65 | Alcool terpénique émulsifiant | 0,5 | 0,94 | | sans action sensible. |

Ces résultats montrent que presque tous les produits vendus dans le commerce comme adhésifs ne possèdent pas la propriété qu'on leur impute.

La plupart du temps ils améliorent la mouillabilité des bouillies et par conséquent la rétention initiale, mais ils ont une action plutôt nuisible sur la ténacité. Ce fait est dû à ce que le dépôt de bouillie bordelaise étant pratiquement insoluble dans l'eau, l'action du ruissellement de la pluie est relativement faible, tandis que l'adjonction des substances en question, qui sont solubles, favorisent leur entraînement.

On voit que le silicate de soude fait exception et améliore la ténacité ; en effet, une fois répandu, sous l'action de l'anhydride carbonique de l'air et des feuilles, il se transforme en silice insoluble.

*3e série.* — Avec une proportion faible d'adjuvant (quelques millièmes).

Tableau VI.

| N° des échantillons. | Composition. | % ajouté. | Q ap / Q av | Influence sur la ténacité. |
|---|---|---|---|---|
| 54 | Isopropyl + Xanthate de soude | 0,2 | 0,9 | |
| 59 | Résinate de soude | 0,1 cm³ | 0,67 | diminue encore un peu. |
| 70 | Silicate | 0,5 | 0,9 | *n'améliore plus.* |
| 72 | Alcools sulfonés + Huile de pin | 0,15 | 0,9 | sans influence. |
| 73 | Sulfates de soude et d'alumine | 0,5 cm³ | 0,9 | sans action. |
| 74 | Huile de pin<br>Emulsifiant | 0,5<br>0,2 | 0,9<br>0,9 | sans action. |
| 75 | Naphtalène sulfonate + Bentonyl | 0,05 | 0,80 | sans action. |
| 76 | Huile de pin | 0,10 | 0,9 | sans action. |
| 51 | Terpinéols<br>Sulforicinates | 0,15<br>0,25 | 0,9<br>0,9 | sans action. |

On voit donc que l'action nuisible constatée dans la première série d'essais effectués à des concentrations élevées devient pratiquement nulle lorsque le produit n'est employé qu'à la dose de quelques millièmes préconisée par les vendeurs.

Il y a lieu de remarquer qu'à ces concentrations le pouvoir mouillant est nettement amélioré.

### C. Emploi des huiles émulsionnées.

Dans l'impossibilité absolue de nous procurer de l'huile de paraffine qui nous aurait permis de préparer nous-même un produit type, nous avons choisi quelques produits commerciaux répondant à ces conditions et destinés spécialement à être ajoutés aux bouillies.

Ce sont les échantillons numérotés :

77. Huiles minérales..... 83 p. 100.
Émulsifiant..... 17 p. 100.
79. De 95 p. 100 d'huile d'anthracène exempte de phénols rendue miscible aux bouillies bordelaises par 5 p. 100 d'émulsifiant.
80. De 80 p. 100 d'huile blanche minérale type paraffinique émulsionnée.
81. 52 p. 100 d'huile de houille.
15 p. 100 d'huile d'anthracène émulsionnée par
20 p. 100 d'un savon de colophane.

### *Pouvoir mouillant.*

Tableau VII.

| | | NOMBRE de GOUTTES. | $\frac{s}{v}$ |
|---|---|---|---|
| | Eau pure | 100 | 0,48 |
| 77 | Solution à 0,25 p. 100 | 102 | 0,66 |
| 77 | Solution à 0,5 p. 100 | 100 | 0,55 |
| 79 | Émulsion dans l'eau trop instable pour faire les essais. | | |
| 80 | Solution à 1 p. 100 | 105 | 0,82 |
| 80 | — à 2 p. 100 | 117 | 0,80 |
| 81 | — à 1 p. 100 | 147 | 1,29 |
| 81 | — à 5 p. 100 | — | 3,68 |

Nous voyons donc qu'à part le n° 81 qui contient un résinate, les huiles examinées n'augmentent pas sensiblement le pouvoir mouillant des bouillies et doivent être sans grande influence sur leur rétention initiale sur les feuilles.

### *Ténacité des dépôts des bouillies..*

A. *Sur la bouillie bordelaise* :

Tableau VIII.

| NUMÉROS DES ÉCHANTILLONS. | PROPORTION POUR 100 de bouillie. | POIDS DE CUIVRE EN MILLIGRAMMES. Avant. | Après. | $\frac{Q.\ ap}{Q.\ av}$ |
|---|---|---|---|---|
| Bouillie bordelaise | | 15 | 13 | 0,89 |
| 77 | 2,5 | 24,9 | 24,1 | *0,96* |
| | 5 | | | |
| 79 | 6 | 29,2 | 27,6 | 0,94 |
| | 10 | 26,2 | 25,5 | 0,97 |
| 80 | 1 | 36,9 | 34,1 | 0,92 |
| | 2 | 40 | 35,1 | 0,87 |
| 81 | 1 | 29 | 28,9 | 0,99 |
| | 5 | 23,7 | 23,3 | 0,98 |

Le tableau ci-dessus confirme la bonne tenue des dépôts que donne la bouillie bordelaise employée seule et montre que ces huiles améliorent encore l'adhérence qui devient presque parfaite dans les conditions de nos expériences.

B. *Sur bouillies arsenicales* :

Nous avons utilisé deux arséniates de chaux commerciaux, contenant respectivement 20 et 26 p. 100 d'arsenic total avec une proportion d'arsenic soluble pratiquement nulle. Nous les avons préparés en suivant le mode opératoire indiqué par les fabricants et en y ajoutant le produit à essayer.

Comme pour la bouillie bordelaise, la répartition a été faite par gouttes mais l'adhésivité a été appréciée simplement par pesée des plaques avant et après traitements identiques aux précédents.

Étant donné, en effet, la mauvaise tenue de la totalité des dépôts dans tous les cas, il a semblé suffisant de se baser sur leur poids sans y doser l'arsenic.

TABLEAU IX.

*Résultats obtenus avec les arséniates :*

| | NUMÉROS DES ÉCHANTILLONS. | PROPORTION des BOUILLIES. | POIDS EN MILLIGRAMMES. Avant. | Après. | q. ap / q. av |
|---|---|---|---|---|---|
| Arséniate à 26 p. 100 d'arsenic. | Arséniate seul | | 43 | 0,4 | pratiquement zéro. |
| | 77 | 0,5 | 53,8 | 2,9 | 0,5 |
| | | 1 | 65,4 | 15,4 | 0,23 |
| | 80 | 1 | 127 | 76,9 | *0,60* |
| | | 2 | 155,5 | 94 | *0,60* |
| | 79 | 6 | 194,5 | 154 | *0,79* |
| | | 10 | | | |
| | 81 | 1 | 114,1 | 65 | *0,56* |
| Arséniate à 20 p. 100 d'arsenic. | Arséniate seul | | 89,6 | 3,3 | 0,03 |
| | 77 | 0,5 | 73,7 | zéro. | zéro. |
| | | 1 | 85,7 | 4,5 | 0,05 |
| | 80 | 1 | 95,3 | 64 | *0,63* |
| | | 2 | 110,9 | 74,3 | 0,66 |
| | 79 | 6 | 260,8 | 25,3 | 0,09 |
| | | 10 | 865 | 5,7 | pratiquement zéro. |
| | 81 | 1 | 88 | 63,2 | 0,71 |

Le tableau ci-dessus montre :

1° Que les dépôts obtenus avec les bouillies arsenicales du commerce sont *très peu adhérents* par eux-mêmes, contrairement à ceux que donnent les bouillies bordelaises;

2° Que les produits 80 et 81 apportent une amélioration notable;

3° Que l'huile 79 a donné un très bon résultat avec un arséniate et un résultat nul avec le deuxième.

## Conclusions générales.

Vus dans l'ensemble, les résultats de ces expériences montrent :

1° Que les produits vendus dans le commerce comme adhésifs sont *en général* simplement des mouillants, dont l'action est nuisible sur la ténacité des dépôts lorsqu'ils sont utilisés à fortes doses.

2° Qu'il suffit cependant de quelques millièmes seulement de ces produits pour améliorer le pouvoir mouillant, donc la rétention initiale, et qu'à cette dose, l'action sur la ténacité des dépôts devient nulle.

3° Que nous n'avons pas constaté l'action néfaste d'un excès sur la rétention, mais qu'étant donné les résultats précédents, il y a lieu évidemment de s'en tenir aux faibles doses.

4° Que *certaines* huiles émulsionnées ont une action très favorable sur la ténacité des dépôts sans avoir d'action notable sur le pouvoir mouillant.

# RAPPORT SOMMAIRE

SUR

# LES TRAVAUX DE PATHOLOGIE VÉGÉTALE

## EFFECTUÉS DANS LES STATIONS ET LABORATOIRES

## EN 1943.

---

Station Centrale de Pathologie végétale de Versailles, Laboratoire de recherches viticoles annexé à la chaire de Viticulture de l'École nationale d'Agriculture de Montpellier, Station de Botanique et de Pathologie végétale d'Antibes, Station de Pathologie végétale du Sud-Ouest (le Laboratoire de Pathologie végétale de la Station agronomique d'Avignon étant actuellement sans titulaire).

---

### I. Maladies de la Vigne.

*Mildiou.* — Les recherches ont eu pour but de voir s'il est possible de diminuer la quantité de cuivre contenue dans les bouillies ou de remplacer le cuivre totalement. On peut conclure de ces essais que la bouillie bordelaise et les produits analogues restent les plus efficaces et les seuls qui permettent une utilisation pratique des traitements. Des essais faits à Versailles, Montpellier et dans le Sud-Ouest, on peut en déduire qu'en période ordinaire, quand le cuivre est abondant, les produits anciens sont seuls à conseiller. Parmi les produits nouveaux un des meilleurs (le Bayer W 2317) peut donner une protection suffisante quand la maladie est peu intense, mais il laisserait le parasite produire des dégâts très graves une « année à mildiou » ; en situation normale ce produit serait plus dangereux qu'utile. Cependant, il semble que son activité, quoique insuffisante, soit supérieure à celle qu'on pourrait attendre de la faible quantité de cuivre qu'il contient ; par suite à titre complémentaire il peut être utile, en cas de manque de cuivre, pour intercaler des traitements supplémentaires entre les opérations normales faites à la bouillie bordelaise. Les produits sans cuivre n'ont pas donné des résultats utilisables.

Des recherches effectuées à Montpellier ont montré les difficultés qu'il y a à trouver des produits organiques à la fois toxiques pour le Mildiou et inoffensifs pour la Vigne.

*Court-noué.* — Cette maladie, qui est probablement due à un virus transmis par le Phyl-

loxera, cause des pertes sensibles dans les vignobles méridionaux; cette question qui s'apparente à celle de la « dégénérescence de la Pomme de terre » demanderait une organisation analogue pour assurer la sélection des plants de Vigne. A Montpellier on s'est préoccupé d'étudier la cause de la maladie, des recherches de laboratoires très intéressantes ont porté sur l'isolement de la protéine virulente; des chercheurs ont obtenu par une technique qu'on ne peut résumer ici les fibrilles signalées dans les recherches sur d'autres maladies à virus. La maladie ne paraît pas pouvoir être transmise par des blessures ordinaires.

### II. Maladies des arbres fruitiers.

*Anthracnose du Cerisier* (*Cylindrosporium hiemale, Coccomyces hiemalis*). — Cette maladie nouvelle (1942) a été efficacement combattue à Versailles par un traitement à la bouillie bordelaise à 1 p. 100 effectué le 8 mai (bien après floraison).

*Cloque du Pêcher.* — Les essais effectués dans le Sud-Ouest ont montré qu'on peut obtenir des résultats suffisants par les traitements d'Hiver avec des doses réduites de cuivre. (Le traitement qui consiste en un lessivage désinfectant de l'arbre est bien différent par son mode d'action de celui du Mildiou de la Vigne). Les « sulfures de baryum » commerciaux ont donné de bons résultats.

### III. Maladies de la pomme de terre.

*Maladies à virus.* — (Voir dégénérescence.)

*Mildiou.* — (Voir avertissements agricoles.)

*Flétrissement bactérien.* — Divers produits nouvellement essayés ont montré un pouvoir suffisant pour désinfecter les lames de couteaux qui transmettent la maladie aux tubercules sectionnés; il convient d'ajouter à la liste les lessives de potasse de soude, d'autres corps chimiques se sont montrés inefficaces.

*Gale noire ou maladie verruqueuse.* (*Synchytrium endobioticum*). — La Station centrale a collaboré aux essais de résistance de variétés effectués par d'autres services en Haute-Saône et dans le Lyonnais. (Service de la Protection des Végétaux, Station d'amélioration des plantes.)

### IV. Maladies des céréales.

*Carie du Blé.* — Cette maladie a repris une certaine importance par suite de l'exécution imparfaite des traitements. La Station centrale a continué l'essai de nombreuses substances pouvant servir au traitement. A côté des produits anciens (bouillie bordelaise et autres sels de cuivre, formol) on peut placer comme ayant une valeur pratique : l'acide salicylique, les composés organo-mercuriques, le chloronaphtol. On peut utiliser aussi le Trioxyméthylène, mais à condition d'employer une poudre riche (50 p. 100).

### V. Plantes oléagineuses.

*Flétrissement de l'Oeillette.* — Cette maladie, importante dans certains cas, a été rare dans les essais de Versailles; elle est probablement semblable à celle qui a été attribuée à

l'*Helminthosporium papaveris* Saw. en Pologne, Allemagne, Bulgarie, etc. La sècheresse favorise l'action du parasite.

### VI. Maladies à virus.

Un service spécial a été organisé sur ce sujet à la Station de Versailles; les maladies suivantes ont été étudiées : Mosaïque chronique de la Pomme de terre, Bigarrure de la variété Institut de Beauvais, virus de la Mosaïque du Tabac (pour le « Court-noué » voir à Vigne I).

### VII. Avertissements agricoles.

La détermination de l'époque la plus opportune pour les traitements des maladies joue un rôle capital dans les avertissements. Les Stations d'Antibes et de Montpellier collaborent activement avec le Service de la Protection des Végétaux au sujet des maladies de la Vigne. La Station centrale continue à recueillir les matériaux nécessaires à l'établissement d'un service analogue pour le mildiou de la Pomme de terre.

### VII. Questions diverses.

Une partie importante du Service des Stations consiste à déterminer les causes d'une multitude de maladies qui attaquent des cultures plus ou moins importantes.

# RAPPORT SOMMAIRE

SUR

# LES TRAVAUX DE PATHOLOGIE VÉGÉTALE

## EFFECTUÉS DANS LES STATIONS ET LABORATOIRES

## EN 1944.

---

Station Centrale de Pathologie végétale de Versailles, Laboratoire de recherches viticoles annexé à la chaire de Viticulture de l'École nationale d'Agriculture de Montpellier, Station de Botanique et de Pathologie végétale d'Antibes, Station de Pathologie végétale du Sud-Ouest.

---

### I. Maladies de la Vigne.

*Mildiou.* — Les recherches effectuées à Montpellier, Bordeaux et Versailles ont confirmé les résultats de l'année précédente et ont montré que la bouillie bordelaise à 2 p. 100 constitue le produit à conseiller lorsqu'on dispose d'une quantité convenable de sulfate de cuivre; les autres produits cupriques donnent des résultats plus ou moins favorables et peuvent être utilisés dans certains cas, comme par exemple les bouillies à l'oxychlorure de cuivre. Les bouillies à base d'oxyde cuivreux donnent des résultats en rapport avec la quantité de cuivre qu'elles contiennent.

*Oïdium.* — Le soufre commercialement pur (soufre sublimé ou trituré) reste le produit à conseiller, le mélange de soufre avec une poudre inerte donne des résultats plus ou moins en rapport avec la quantité de soufre ajouté. Les minerais naturels broyés qui contiennent des traces de soufre ont une action très faible.

### II. Maladies des arbres fruitiers et arbres d'ornement.

Des essais ont été faits dans le Sud-Ouest contre la Cloque du Pêcher; le soufre mouillable a donné des résultats inférieurs comparés à ceux qui sont obtenus avec la bouillie bordelaise et les polysulfures. La Tavelure s'étant peu développée, les résultats

n'ont pu être précisés. A Versailles, sur Cognassier, trois traitements à la bouillie bordelaise, effectués le 22 avril, le 9 mai et le 16 juin ont assuré une protection parfaite contre l'*Entomosporium maculatum* qui était assez abondant les années précédentes.

A Antibes, les recherches ont été entreprises sur les parasites des Palmiers.

### III. Plantes oléagineuses.

L'étude des maladies des plantes oléagineuses a été poursuivie au cours de l'année 1944. Les travaux concernent notamment divers parasites des Crucifères : *Peronospora parasitica* (Pers.) Tul., *Alternaria Brassicae* (Berk) Sacc. , *Polydesmus exitiosus* (Kühn), *Cystopus candidus* (Pers.) de Bary, *Erysiphè Polygoni* D. C.; de l'Oeillette : *Helminthosporium papaveris* Saw., *Peronospora arborescens* (Berk), *Erysiphe Cichoracearum* D. C.; du Soja : *Ascochyta* sp.; du Carthame : *Puccinia Carthami* Cda, *Erysiphe Cichoracearum* D. C.; du Lallemantia : *Alternaria* sp.

La plupart de ces parasites étaient peu connus ou n'avaient pas encore été signalés en France. Ils causent généralement des dégâts limités, cependant l'*Helminthosporium* de l'Oeillette détermine une maladie grave.

### IV. Maladies de la Pomme de terre.

1° *Fusariose.* — Comme suite aux recherches des années précédentes, il a été montré qu'en dehors des blessures, l'état des tubercules au point de vue de la végétation (ce que l'on appelle en pratique le degré de maturité des tubercules) joue un rôle dans le développement du ***Fusarium coeruleum***.

2° *Flétrissement bactérien.* — Les essais ont montré que dans les champs, la transmission par le sol ne jouait qu'un rôle secondaire. L'étude de la sensibilité des variétés a été examinée.

### V. Maladies des céréales.

*Charbon du Maïs.* — Le traitement des semences par les désinfectants externes n'a pas donné de résultat; par contre, le traitement par la chaleur (eau chaude à 52°), qui agit sur l'intérieur des graines, a permis d'abaisser notablement les proportions d'épis charbonnés; cela peut faire penser que le développement du Charbon du Maïs dépend d'une infection interne des graines comme dans le cas du Charbon du Blé.

*Carie du Blé.* — Divers produits nouveaux ont été essayés; les essais ont mis en évidence l'efficacité de l'Hexachlorobenzène sous forme liquide à 2 p. 1.000, ou en poudrage (poudre contenant 25 ou 50 p. 100 de produit pur, à raison de 200 grammes par 100 kilogrammes de Blé).

### VI. Maladies à virus.

Les recherches de M. Limasset ont porté sur l'étude de diverses Mosaïques chroniques de la Pomme de terre, une maladie à virus des Pommes de terre de la variété « Institut de Beauvais », et une maladie à virus complexe du Tabac et de la Tomate.

Les études relatives aux Mosaïques chroniques sont exposées dans un mémoire qui a paru dans les *Annales des Epiphyties* (t. XI, fasc. 1 et 2, p. 57-70, 1945), et dans

lequel on trouvera tous les détails utiles. Les agents pathogènes isolés étaient tous des souches du virus X et on a pu étudier leurs propriétés.

Les recherches sur la maladie des Pommes de terre de la variété « Institut de Beauvais » ont été arrêtées en raison d'évènements de guerre qui ont enlevé momentanément des moyens de travail indispensables.

Les premiers résulats relatifs à l'étude de la maladie complexe du Tabac et de la Tomate, ont fait l'objet d'une note à l'Académie d'Agriculture, en 1944, sur un effet de renforcement réciproque de l'action de deux virus dans une maladie à complexe du Tabac et de la Tomate. Ils nous ont conduit à proposer une interprétation nouvelle de la nature des symptômes des maladies à complexe de virus. Ces recherches n'ont d'ailleurs pu être entièrement terminées en raison des évènements les résultats acquis feront l'objet d'un mémoire qui paraitra dans un prochain fascicule.

# BIBLIOGRAPHIE.

## PATHOLOGIE VÉGÉTALE.

SCHOYEN (T. H.) et JORSTAD (Ivar). — **Les insectes parasites et les maladies des arbres et des arbres fruitiers.** (Skadedyr of Sykdommer I Frukt og Bærhagen.) 1 vol., 135 p., **Forlagt av H. Aschehoug & Co, Oslo 1942.**

Cet ouvrage, en langue norvégienne, traite des maladies et parasites spéciaux des arbres et arbustes fruitiers. Les auteurs ont étudié les insectes, puis les maladies (champignons bactéries, virus, accidents physiologiques) qui peuvent attaquer chaque végétal.

La première partie est consacrée au pommier, au poirier, au prunier et au cerisier. La seconde partie concerne le groseillier à maquereau, le groseillier rouge, le cassissier, le framboisier et le fraisier. Enfin, dans une troisième partie, les auteurs exposent les méthodes de lutte à appliquer contre ces maladies et étudient la préparation technique des insecticides et des fongicides.

Ce livre, illustré de 23 planches en couleur et de nombreuses figures, est d'une présentation excellente.

**H. D.**

NEERGAARD (Paul). — **Danish species of *Alternaria* and *Stemphylium* Taxonomy, parasitism, economical significance.** Copenhague and London 1945, 560 pages, 159 figures (en anglais avec résumé en anglais, danois et esperanto.)

Cette thèse étudie en détail deux genres de moisissures du groupe des Dematiées, dont l'un au moins possède des espèces très communes sur les végétaux et leurs débris comme *Alternaria tenuis;* l'A. rapporte au second, suivant l'interprétation de WILTSHIRE, le genre *Macrosporium* également très répandu et que les auteurs conservent en général sous ce dernier nom. Ces champignons, surtout ceux du genre *Alternaria* ont des caractères morphologiques assez variables; aussi la distinction des espèces et même celle des genres est-elle restée longtemps incertaine; au point de vue biologique également il y avait lieu de faire des recherches. En effet, les *Alternaria*, comme les *Macrosporium*, peuvent être le plus souvent des saprophytes (les *Alternaria* sont fréquents dans les *Fumagines* non parasites), mais ils peuvent aussi être des parasites dans des conditions spéciales.

Pour établir la classification mycologique, l'auteur a fait de nombreuses cultures pures sur milieux artificiels (par isolement à partir d'une conidie: « cultures monospores ». Dans le but d'examiner le rôle parasitaire de divers types, des infections expérimentales furent faites en particulier sur dix plantes (Blé, Oignon, Œillet, Chou, Pois, Concombre, *Godetia*, Carotte, Tomate, Laitue). Les essais furent faits sur semis développés en tubes stérilisés.

L'Auteur divise le genre *Alternaria* en trois groupes principaux suivant que les conidies sont disposées: 1° En longues chaînes; 2° Courtes chaînes; 3° ou isolées (ces dernières souvent placées dans le genre *Polydesmus* dans les livres de pathologie végétale). Certaines espèces d'*Alternaria* ou de *Stemphylium* peuvent attaquer des plantes appartenant à des familles très diverses, d'autres attaquent surtout des plantes voisines, comme par exemple les Crucifères ou les Liliacées. Les espèces en cultures pures peuvent garder leur virulence pendant plusieurs années.

Signalons que, page 381, il faut lire: 6 *Macrosporium melophthorum* Rostrup nec *Scolecotrichum melophthorum* Prillieux et Delacroix (cette dernière espèce étant identique au *Cladosporium cucumerinum* comme, du reste, le texte qui suit l'indique).

G. Arnaud.

Kenneth M. Smith et Roy Markham. — **Deux nouveaux virus attaquant le Tabac et d'autres plantes.** (Two new viruses affecting Tobacco and other plants.) *Phytopathology*, March 1944, Vol. XXXIV, n° 3, pp. 324-329.

Le premier virus a été observé pour la première fois sur une Arabette (*Arabis hirsuta*), et le deuxième sur un Tabac, dans une serre à Cambridge. Les deux virus produisent des maladies du type ring spot sur le Tabac, mais le virus provenant de l'*Arabis hirsuta* se distingue aisément par le fait qu'il détermine un enroulement caractéristique des feuilles, à mi-hauteur des plantes.

Ces deux virus, que les auteurs ont appelés, le premier « Arabis Mosaic virus », et le deuxime « Tobacco Broken Ring Spot virus » n'ont jamais été décrits jusqu'à présent. Ils sont apparus chez des plantes qui se trouvaient dans une serre à l'abri des insectes. On ne leur connaît pas d'insecte vecteur, ils sont très peu infectieux et par conséquent on ignore leur mode naturel de transmission. En fait, ces virus auraient disparu au moment de la mort des plantes chez lesquelles chacun d'eux était apparu, si on n'avait pris soin de les propager par inoculation mécanique.

H. A. de M.

Kenneth M. Smith et Roy Markham. — **Une maladie à virus de la Livêche.** (A virus disease of Lovage) [*Ligusticum scoticum.*] *Phytopathology*, March 1944, Vol. XXXIV, n° 3, pp. 335-340.

Les auteurs décrivent une nouvelle maladie à virus de la Livêche (*Ligusticum scoticum*). Cette maladie se présentait chez la plante originelle sous la forme d'une mosaïque typique. Un jus infectieux de cette plante inoculé à un Tabac, déterminait une grave maladie nécrotique tout à fait particulière. Une étude spéciale du virus s'imposait. Ses propriétés sont les suivantes : Ses hôtes sont nombreux. Ils appartiennent aux familles des Solanacées, Ombellifères, Légumineuses, Cucurbitacées, Malvacées et Crucifères. Il est peu infectieux, transmissible mécaniquement, mais son mode de propagation naturel n'est pas connu. Sa température mortelle est 60°.

H. A. de M.

Kenneth M. Smith. — **Les virus des plantes.** (Plant viruses.) *Endeavour*, vol. IV, n° 13, January 1945.

Article de vulgarisation dans lequel l'auteur rappelle les propriétés essentielles des virus, traite la question de l'immunité et des souches de virus et cite un ou deux virus peu fréquents.

Le virus du « *Bushy Stunt* » de la Tomate est apparu spontanément en Angleterre en 1935, dans des plantations de Tomate. Pendant neuf années il a complètement disparu. Il a été conservé, fort heureusement, pendant cette période dans des laboratoires où il a fait l'objet de très belles études sur la cristallisation des virus. Le virus du *Bushy Stunt* de la Tomate est réapparu en 1944 dans le Worcester en Angleterre.

Le virus du paracrinkle de la variété de Pomme de terre King Edward n'extériorise aucun symptôme chez cette dernière. On ne le rencontre dans la nature que chez celle-ci, et il n'est transmissible que par la greffe. L'existence d'un tel virus pose le problème de son origine. On a supposé que le virus proviendrait d'un des ancêtres américains de la King Edward et serait transmissible par la graine. Il pourrait alors être transmissible par une insecte vecteur d'une espèce inconnue en Angleterre. Un certain nombre de faits rendent une pareille hypothèse très peu vraisemblable.

Darlington, en 1944 (1), a donné une autre explication : Une protéine normale de la variété King Edward, introduite chez d'autres variétés se comporterait comme un virus, et déterminerait une maladie. Cette explication est, a priori, très séduisante. Mais si le virus est une protéine normale, il devrait être transmissible par la graine, ce qui n'a pas lieu.

H. A. de M.

K. M. Smith. — **La maladie de l'anneau noir de la Tomate.** (Black ring disease of Tomato.) *The Gardener's Chronicle*, April 21-1945.

Ce nouveau virus vient seulement d'apparaître. Il est pourtant intéressant de le connaître car un nouveau virus peut s'étendre rapidement, non seulement sur la plante où il a été découvert mais parfois aussi sur des végétaux tout à fait différents. C'est ainsi qu'aprsè que le virus du *spotted wilt* de la Tomate eut été isolé par l'auteur en 1929, il s'étendit avec une extrême rapidité si bien qu'aujourd'hui il faut compter sérieusement avec lui pour toutes les cultures sous verre de plantes ornementales et notamment le Dahlia. Il est vrai que ce virus n'était pas nouveau. Il avait été découvert en Australie dès 1915.

Les symptômes de la maladie étudiée consistent en nombreux petits anneaux noirs qui se développent sur les jeunes feuilles. Ceux-ci ne tardent pas à se fusionner, et les zones de tissus morts s'étendent jusqu'à tuer le sommet végétatif. En même temps, des lignes noires rougeâtres se développent sur la tige et les pétioles. Des anneaux noirs ont été occasionnellement observés sur la tige elle-même. La maladie est très grave sur les jeunes Tomates qui sont le plus souvent tuées.

Les hôtes possibles de ce virus paraissent très nombreux. Le Concombre, le Haricot, *Primula obconica*, la Capucine, sont sensibles à la maladie. D'autres espèces sont infectées sans présenter de symptômes. On ignore comment le virus se répand dans la nature. Aucun insecte vecteur n'a encore été identifié.

P. L.

G. P. Carson, H. W. Howard, Roy Markham et Kenneth M. Smith. — **Le virus du Paracrinkle et sa transmission héréditaire.** (Paracrinkle virus and inheritance.) *Nature* 154, p. 334, 1944.

Les auteurs font ici la critique d'une hypothèse de Darlington admettant, à propos du paracrinkle de la Pomme de terre, qu'une protéine, normale pour un génotype, agit comme agent destructif sur un autre génotype. Selon lui, tous les virus transmissibles uniquement par la greffe résulteraient ainsi de l'invasion d'une plante par une protéine d'une autre plante. Les auteurs combattent cette théorie.

Le premier argument qu'ils présentent, c'est que le virus du paracrinkle n'est pas transmis par la semence. Vingt-deux jeunes plantes issues du croisement *King Edward* × *Flourball* ont été éprouvées par greffe sur *Arran Victory*. Elles se sont toujours montrées exemptes de paracrinkle.

De plus le virus du paracrinkle peut être transmis par la greffe à des variétés qui le supportent sans symptômes, telle que Président.

(1) Dès 1943, Kohler, de Berlin Dahlem, avait fait la même hypothèse. (Mitteil. Biol. Reich, Heft 67, 1943.)

Il ne paraît donc y avoir aucune différence fondamentale entre la réaction des *King Edward* au virus du paracrinkle et celle de toute autre variété « carrier » vis-à-vis du virus qu'elle tolère.

P. L.

F. M. L. Sheffield. — **Valeur de la nécrose du liber pour la diagnose de l'enroulement de la Pomme de terre.** (Value of phloëm necrosis in the diagnosis of potato leaf roll.) *Ann. Appl. Biol.*, vol. 30, n °2, pp. 131-136, 1943.

La diagnose de l'enroulement est souvent difficile. La constance de la nécrose du liber, comme caractère permettant de la réaliser de façon certaine, a été discutée.

Les recherches de l'auteur, effectuées sur 179 plantes appartenant à 33 variétés paraissent bien montrer que la nécrose de certains faisceaux du liber primaire est un caractère qui permet de déceler l'enroulement avec sécurité. L'intensité de la nécrose et sa localisation varient d'ailleurs avec le degré de gravité de la maladie.

Une technique, facile à appliquer, est proposée par l'auteur.

Cette étude, précise et claire, peut rendre de précieux services.

P. L.

F. C. Bawden et F. M. L. Sheffield. — **The relationships of some viruses causing necrotic diseases of the potato.** (Rapports entre certains virus provoquant des maladies nécrotiques sur la Pomme de terre.) *Ann. Appl. Biol.*, vol. 31, n° 1, 1944, p. 33-40.

Cette étude porte sur les virus B et C. L'auteur a eu la chance de pouvoir se procurer des plantes infectées par le virus B non contaminé par le virus X. Il a pu ainsi étudier ses propriétés et montrer qu'il n'est qu'une souche particulière de virus X, bien que ne provoquant pas de *top necrosis* chez les variétés *Epicure* et *Kind Edward* lorsqu'on l'inocule à celles-ci par la greffe. (Le symptôme observé est une Mosaïque.) Le virus B est précipitée par l'immunserum du virus X et réciproquement. L'inoculation du virus B à une feuille de Tabac prémunit celle-ci contre le virus X. Ces résultats sont en désaccord avec ceux de certains auteurs qui avaient cru posséder le virus B à l'état pur. Les auteurs proposent une explication plausible de leurs erreurs.

Le virus C, étudié au point de vue immunologique, s'est révélé comme une souche du virus Y, bien qu'il ne soit pas transmissible par le *Myzus persicae* et que ses symptômes sur beaucoup de variétés de Pommes de terre soient très différents de ceux provoqués par le virus Y. Des inclusions intracellulaires ont été observées dans les tissus de Pommes de terre et Tabac infectés par C et Y. Elles sont beaucoup plus rares que celles qui apparaissent sous l'action des virus X et B. Jusqu'alors, on pensait que le virus Y n'en produisait pas.

Cette étude montre que l'étude des symptômes, absolument nécessaire pour distinguer les virus, ne permet pas de deviner leurs affinités réelles. L'étude des conditions de transmission est également insuffisante puisque le virus C, étroitement apparenté au virus Y, n'est pas transmissible par le *Myzus persicae* qui est l'agent vecteur de ce dernier. C'est la méthode des inoculations protectrices qui donne les résultats les plus sûrs, à condition, toutefois, de ne pas utiliser la greffe comme méthode d'inoculation.

La possibilité d'apparition des mutants provoquant des symptômes très différents de ceux du virus originel pose de graves problèmes pratiques. Deux souches de virus X peuvent infecter *King Edward* et on les a trouvées dans les les champs sur cette variété. Leur établissement équivaudrait à l'apparition d'une maladie nouvelle. De même, la méthode la plus prometteuse dans la lutte contre les Mosaïques sur l'obtention de variétés hypersensibles. Mais celles-ci risqueront toujours d'être attaquées à un moment donné par un mutant nouveau, à moins de prendre des précautions spéciales pour empêcher celui-ci de s'établir. Les recherches sur la dissémination de ces virus en vue d'établir une méthode de lutte seront donc toujours à l'ordre du jour.

P. L.

M. A. Watson. — **Le virus de la jaunisse de la Betterave. Compte rendu préliminaire d'expériences et d'observations relatives à ses effets dans les champs.** (Sugar beet yellows. A preliminary account of experiments and observations on its effects in the field.) *Ann. Appl. Biol.*, vol. 29, n° 4, pp. 358-365, 1942.

L'auteur décrit les symptômes de la maladie. Il est parfois difficile de les distinguer de certaines maladies provoquées par des carences minérales, surtout lorsque les plantes atteintes se présentent par taches compactes, ce qui se produit lorsque les contaminations par les pucerons ailés sont très précoces. Les plantes contaminées par les ailés forment alors autant de foyers autour desquelles la maladie s'étend en tache d'huile grâce aux pucerons aptères qui cheminent d'une plante à l'autre.

La transmission par le *Myzus persicae* et *l'Aphis fabae* est confirmée.

La maladie provoque de fortes diminutions de rendement. L'auteur a observé, dans des infections précoces, une diminution de poids des racines de 67 p. 100, et une diminution de récolte de sucre de 71 p. 100. Il va de soi que les pertes sont d'autant plus faibles que la contamination est plus tardive et que la date des semailles est plus précoce comme l'ont confirmé les observations de l'auteur. Ce sont les porte-graines qui constituent les réservoir de virus les plus importants. Le virus n'est pas transmissible par la graine. L'Épinard, la Bette, etc., peuvent être infectés.

La dissémination de la maladie à partir des premiers foyers provoqués par les ailés dépend de la multiplication des aptères qui passent des plantes malades aux saines. Cette multiplication est plus rapide sur les Betteraves semées tard que sur celles qui sont semées de bonne heure. Elle paraît augmentée par une faible nutrition des plantes.

P. L.

T. Wallace. — **Diagnose des déficiences minérales chez les plantes cultivées.** (Diagnosis of mineral deficiences in crop plants.) *Nature* Vol. 155, p. 444, April 14, 1945.

Les expériences de Lawes et Gilbert ont démontré l'inexactitude de la théorie de Liebig selon laquelle une simple analyse chimique des plantes suffit à déterminer leurs besoins en matières minérales. Les méthodes utilisées par Lawes et Gilbert : Essais au champ et analyse chimique du sol, ont permis d'aborder le problème de la nutrition des plantes et en particulier des déficiences en matières minérales.

Depuis 1920, on utilise un certain nombre d'autres méthodes. Ce sont : la diagnose visuelle, la pulvérisation sur le feuillage, les injections dans les feuilles et les rameaux, le diagnostic foliaire et le diagnostic ligneux. Les plantes qui sont privées d'un élément chimique nécessaire à leur développement présentent des symptômes bien caractéristiques. L'auteur examine en détails les symptômes produits par des déficiences en N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn et B. Notons que les éléments tels que N, P, K et Mg provoquent une altération des tissus les plus anciens qui atteint progressivement les tissus les plus jeunes. Au contraire, l'altération produite par les éléments tels que Ca, Fe et B, débute par les tissus méristématiques.

La diagnose visuelle est une simple comparaison d'un échantillon avec des « témoins » photographiés ou décrits avec précision. Dans la pratique on utilise des plantes « indicateurs » à réactions caractéristiques. Mais il faut encore tenir compte des caractères du sol : pH, drainage, etc..., qui peuvent modifier l'état physiologique des plantes.

Les pulvérisations sur le feuillage de solutions de sels minéraux sont très efficaces dans le cas de déficiences en oligo-éléments (Fe Mn). Les effets se font sentir cinq à dix jours après le traitement. Les injections de solides dans les tiges ou de liquides dans les feuilles et les pétioles, donnent de bons résultats. L'analyse chimique de certaines parties des plantes, feuilles, pétioles ou tiges rigoureusement identiques au point de vue physiologique, a permis de déterminer des valeurs seuils au-dessous desquelles les déficiences apparaissent.

Les méthodes les plus anciennes, analyse chimique du sol et essais au champ, sont encore utilisées de nos jours. Mais elles conduisent parfois à des résultats inexacts. Les essais au champ ont montré que le problème était complexe, et qu'il était nécessaire

d'utiliser toutes ces méthodes concurremment pour tirer le maximum de renseignements des plantes.

H. A. DE M.

## ZOOLOGIE AGRICOLE.

M. ANDRÉ & GABRIEL A. BEHUE. — **Observations sur l'Acariose des Abeilles et sur l'emploi du salycilate de méthyle et du liquide de Frow dans la lutte contre le parasite.** *Bull. du Mus. Nat. d'Hist. Nat.*, 2e série. XVII, 1945, pp. 115-120.

Ce travail étudie la lutte contre *Acarapis woodi* au cours de ces dernières années à l'aide du salycilate de méthyle et du « liquide de Frow ». Le 1er apparaît aux A. comme un simple *acarifuge*, tandis que le second est un véritable *acaricide*. Les émanations du « liquide de Frow » dont la formule employée est :

| | |
|---|---|
| Essence de mirbane (nitrobenzène) | 2 p. |
| Safrol | 1 p. |
| Benzine pure | 2 p. |

se sont montrées inoffensives à l'égard des abeilles.

J. D'AG.

P. N. ANNAND. — **Rapport du chef du bureau d'entomologie et de protection des plantes.** (Report of the chief of the bureau of entomology and plant quarantine.) *U. S. Dep. of Agr.*, Washington, 120 p., 1942 ; in : *Rev. appl. entom.*, t. 30, p. 589, 1942.

Nous relevons dans ce rapport quelques renseignements concernant les insecticides. La *phénothiazine* est bien active contre la seconde génération de l'Eudemis américaine (*Polychrosis viteana*) ; contre le Carpocapse, les échantillons de grande finesse sont plus efficaces que ceux de qualité courante. La *xanthone*, en pulvérisation contre le Carpocapse, donne des résultats irréguliers.

L'éther dichloroéthylique est actif dans le sol contre les larves et les pupes de *Conotrachelus nenuphar*. Contre les larves de Taupin, la naphtaline brute peut s'employer à raison de 800 g. à l'ha. ; on l'épand au moment du labour ; les mortalités obtenues sont de 70 à 80 p. cent en terrain sableux et de 15 p. cent en terre de limon.

Le *dichloréthylène* est signalé pour la fumigation des grains entreposés. Traitement des *Citrus*, sous bâche, par l'*acide cyanhydrique :* on a constaté que les concentrations en CNH sont les mêmes à tous les niveaux ; il en résulte que les insectes qui tombent sur le sol au cours de la fumigation sont atteints comme les autres.

M. RAU.

P. R. BARTLETT et C. O. PERSING. — **Essais de laboratoire contre le Thrips des serres.** (Laboratory control studies on the green-house thrips.) *J. econ. entom.*, 34, 760-766, 1941.

Une série de traitements ont été essayés contre le Thrips *Heliothrips haemorrhoidalis*, qui attaque les orangers en Californie.

Contre les *adultes*, les bouillies les plus actives sont des mélanges d'huile de pétrole avec les produits suivants : sulfate de nicotine, pyrèthre, combinaison de la dicyclohexylamine et du 2,4 dinitro 6 cyclohexylphénol, extraits de derris émulsionnés par le 2 (4 tertiaire butylphénoxy) éthanol ; les traitements à la nicotine, au pyrèthre, à la combinaison dicyclohexylamine + dinitrocyclohexylphénol sont également efficaces. Les poudres les plus actives sont les poudres de pyrèthre et celles qui contiennent le dinitrocyclohexylphénol ou sa combinaison avec la dicyclohexylamine. Le mélange d'émétique

et de sucre est moins efficace. Les sels d'antimoine voisins de l'émétique le sont encore moins. Enfin, le cryolithe et le fluosilicate de baryum donnent des résultats presque nuls.

Contre les *œufs*, on obtient une bonne mortalité (84 à 99,9 p. cent) par l'emploi de bouillies contenant uniformément 0,5 p. cent d'huile de pétrole, et en plus : la combinaison de dicyclohexylamine et de dinitrocyclohexylphénol, ou 100 g. de nicotine à l'état de sulfate par hl., ou le dinitrocyclohexylphénol non combiné, ou 1 g. de pyrèthrines par hl. Les traitements aux huiles seules (h. de noix à 0,5 p. cent, h. Diesel à 0,5 p. cent, h. de pétrole mi-légère très raffinée à 1,67 p. cent) ne donnent que des mortalités de 40 p. cent environ.

M. Rau.

C. F. C. Beeson. — **Guide pour la lutte contre les Termites à l'usage des fonctionnaires forestiers.** (Guide to the control of termites for forest officers.) *Indian For. Prec.*, 4, 44-90, 1941; in : *Rev. appl. entom.*, 30, 561, 1942.

L'ensemble de la question est passé en revue. A titre préventif, les pièces de bois en contact avec le sol doivent être protégées par imprégnation de créosote, d'huile minérale, ou d'antiseptiques solubles dans l'eau. Pour traiter efficacement les bois, on doit opérer sous pression avec une créosote de point d'ébullition élevé ; on absorbe 160 kg de créosote et 80 kg de fuel-oil par m³ de bois.

Dans les pépinières, les Termites sont combattus, en saison sèche, par arrosage des lignes de plants au moyen d'émulsions peu concentrées d'huile de pétrole brute ou d'huile de poisson. Les jeunes plants déracinés doivent être lavés par des jus de tabac, des solutions d'arsénite de Na à 0,7 p. 100 d'As, ou des suspensions d'arséniate de plomb à 600 g. par hl. Quand ils ont atteint l'âge de 2 ans, les jeunes arbres résistent aux attaques des Termites. En saison humide, on opère, par poudrage au Vert de Paris ou à l'anhydride arsénieux dilué.

Les Termites sont attaqués par les fourmis.

M. Rau.

F. S. Blanton. — **Le bromure de méthyle contre les larves mineuses d'*Agromyza pusilla* qui attaquent les gerberas; notes sur la biologie de l'insecte.** (Methyl bromide for the control of the serpentine leaf miner in gerberas and notes on the insect's life history.) *J. Econ. Entom.*, 35, p. 31-34, 1942.

Les larves attaquent, en serre, *Gerbera jamesoni*. On traite par fumigation au bromure de méthyle. Les doses de 5 grammes par m³ pendant 2 h. 1/2 tuent 99 à 100 p. 100 des larves. Pour obtenir la destruction totale des œufs, il faut augmenter un peu les durées d'exposition ou les concentrations. La plante tolère les atmosphères de 16 grammes de bromure par m³ pendant 4 heures.

M. Rau.

A. S. Corbet & W. H. T. Tams. — **Tableaux pour la détermination des Lépidoptères ravageurs des productions alimentaires conservées.** (Keys for the Identification of the Lepidoptera infesting stored Food Products.) *Proc. Zool. Soc. Lond.* CXIII, 1943, pp. 55-148.

Les A. ont réuni dans une série de tableaux les caractères permettant la détermination des papillons ravageurs des denrées conservées. Aux caractères classiques, ils ont ajouté ceux tirés de la nervation alaire et des organes génitaux (♀, ♂). Les espèces suivantes sont étudiées : *Agrotidae : Leucania zeae, Apamea sordens, Caradrina clavipalpis; Geometridae : Sterrha inquinata; Pyralidae : Aglossa caprealis, A. pinguinalis, A. dimidiatus, A. tanya, Hypsopygia costalis, Pyralis manihotalis, P. pictalis, P. farinalis, P. lienigialis; Vitula edmandsii, Plodia interpunctella, Ephestia elutella, E. cautella, E. calidella, E. sericarium, E. figulilella, Etiella zinckenella, Mussidia nigrivenella, Myelois ceratoniae, M. venipars, M. transitella, Cryptoblabes gnidiella, Acrobasis juglandis, A.*

*hebescella, A. carvae, A. caryivorella, Euchromius ocellea, E. californicalis, Galleria mellonella, Achroia grisella, A. innotata, Corcyra cephalonica, Trachylepidia fructicassiella, Doloessa viridis, Arcnipses sabella, Aphomia sociella, A. gularis; Tortricidae : Batodes angustiorana, Enarmonia pomonella, E. splendana, E. dorsana, E. nigricana, Tinaeoidea : Sitotroga cerealella, Batrachedra amydraula, Pyroderces rileyi, Endrosis sarcitrella, Hofmannophila pseudospretella, Anchonoma xeraula, Oinophila v-flava, Spatularia mimosae, Trichophaga tapetzella, T. abruptella, T. percna, Monopis ferruginella, M. crocicapitella, M. rusticella, Tineola bisselliella, Tinaea arcella, T. ruricolella, T. cloacella, T. granella, T. infimella, T. pallescentella, T. pellionella, T. metonella, T. flavescentella, T. fuscipunctella, T. insectella, T. ditella, Setomorpha rutella, Lindera tessellatella.*

Cinq planches de photographies terminent cette importante mise au point.

J. D'Ag.

C.-F. Doucette. — **Lutte contre les insectes et acariens qui attaquent les bulbes de narcisses.** (Control of insectes and mites attacking narcissus bulbs.) *Farm. bull. U. S. Dep. of Agr.*, n° 1890, 25 p., 1941.

Contre différents Diptères et Acariens qui attaquent les bulbes de narcisses, les traitements en culture sont inefficaces. Il est nécessaire de traiter les bulbes par l'acide cyanhydrique, en chambre étanche. Le gaz est produit par du cyanure de calcium granulé, répandu sur le sol à la dose de 160 grammes par m³, ou par du cyanure de sodium à la dose de 70 grammes par m³ réagissant sur une solution de 100 cm³ d'acide sulfurique concentré et de 200 cm³ d'eau.

Les traitements à la vapeur chaude ou à l'eau chaude sont également efficaces : il faut un séjour de 90 minutes à 44°.

M. Rau.

F. A. Fenton. — **Protection contre les insectes des blés entreposés.** (Protecting stored wheat against insects). *Cir. Okla Agr. Exp. St.*, n° 95, 8 p., 1941 ; in : *Rev. Appl. Entom.*, 30, p. 425, 1942.

Pour la conservation des dépôts de Blé dans les fermes, on recommande le sulfure de carbone ou le mélange de tétrachlorure de carbone et de dichloréthane. Ce dernier liquide est versé sur le tas de Blé ou projeté au moyen d'une petite pompe ; on recouvre le tout d'une bâche. Le sulfure de carbone doit être appliqué au moyen d'une pompe ou versé dans des tunnels qu'on ménage au milieu du tas ; son emploi est dangereux pendant les fortes chaleurs.

M. Rau.

G. Fox Wilson. — **Les ravageurs de** *Cotoneaster horizontalis.* (Insects Pests of C. h.) *Journ. of the R. hortic. Soc.*, LXX, 1945, pp. 271-273.

Depuis son introduction de Chine, en 1879, *Cotoneaster horizontalis*, arbuste ornemental, a servi de plante-hôte à divers insectes indigènes.

L'A. a étudié, dans la région de Wisley, les parasites de cette plante, ce sont :

*Hemiptères, Homoptera :*

*Eriosoma lanigerum* Hausm., *Aphis pomi* de Geer, *Lecanium corni* Bché, *Lepidosaphes ulmi* L.

*Lépidoptères :*

*Malacosoma neustria* L., *Eurhodope suavella* Zinck, *Spilonota ocellana* Fabr., *Ancylis achatana* Fabr., *Scythropia crataegella L.*

Après un rappel de la biologie de ces insectes, les moyens de lutte sont envisagés. Le D. D. T. est particulièrement recommandé contre les chenilles phyllophages.

Trois reproductions photographiques illustrent ce travail.

J. D'Ag.

W. Frey. — **Recherches sur la destruction de *Meligethes aeneus* en plein champ, par des insecticides de contact ou d'ingestion.** (Versuche zur feldmässigen kämpfung des Repsglanzkäfers mit Kontakt- und Frassgiften.) *Arb. physiol. angew. Ent. Berl.*, 8, p. 177-196, 1941.

Les meilleurs résultats contre *Meligethes aeneus* ont été donnés par une poudre de derris à 0,8 p. 100 de roténone. En plein champ, une dose de 22,5 kg à l'hectare donne des mortalités de 90 à 95 p. 100. Au bout de cinq jours après l'application, la poudre est encore active.

Un mélange de derris et de pyrèthre a donné des résultats plus faibles. Deux insecticides d'ingestion appliquée en poudrage et une bouillie à l'arséniate de chaux ont été trouvés insuffisants.

La poudre de derris s'est montrée également active contre différentes Altises des crucifères.

M. Rau.

H. C. Gough. — **Essais de laboratoire et de plein champ contre les larves de Taupins.** (Laboratory and field experiments on the control of wireworms.) *Ann. appl. biol.*, 29, 280-289, 1942.

Des essais de lutte contre *Agriotes obscurus* et d'autres espèces du genre *Agriotes* ont été effectués à Rothamsted, au laboratoire et en plein champ. Les essais de laboratoire ont nécessité la mise au point d'une technique particulière; ils ont montré que les substances suivantes amenaient la mortalité totale des insectes : paradichlorobenzène à raison de 625 kg. par ha., phénol et crésol à 1.300 kg. par ha., naphtaline à 3.650 kg. par ha., sulfure de carbone en émulsion, à 350 mm³ par m², éther dichloroéthylique en émulsion, à 85 cm³ par m². Le sulfure de baryum et le chlorure mercurique sont pratiquement sans action.

En essais de plein champ, sur une grande échelle, la naphtaline à 1.000 kg. par ha. et le sulfure de calcium à 350 kg. par ha., appliqués à la volée en février et enterrés par un labour n'amènent aucune décroissance dans les populations de Taupins. Dans des expériences préliminaires faites en serre, la naphtaline et les superphosphates appliqués simultanément aussitôt les semailles ont diminué les attaques sur blé; mais un essai plus important sur orge a donné des résultats moins bons.

*Principe de la méthode d'essai de laboratoire :* L'auteur a cherché a maintenir les insectes dans le sol en appliquant une technique aussi standardisée que possible. Il utilise des vases cylindriques en fer galvanisé, dont le fond est constitué par une grosse toile métallique qui retient la terre, mais laisse circuler les insectes (mailles de 7,5 mm.). On les remplit de terre; leur forme est telle qu'ils s'emboîtent les uns dans les autres, de manière à former un cylindre vertical. On peut ainsi suivre les déplacements des insectes, sous l'action répulsive des produits. Les essais ont lieu dans un sous-sol à température constante. La terre, tamisée, est amenée à une humidité déterminée (12 parties d'eau pour 100 parties de sol sec). Elle est tassée dans les vases toujours dans les mêmes conditions. Les insectes et les produits sont mêlés à la terre du vase supérieur, les liquides volatiles étant versés dans un trou central et les émulsions aqueuses toujours appliquées au même volume de 10 l. par m². On examine les vases 6 jours après le début de l'expérience; les insectes encore vivants sont placés dans la terre fraîche avec les pommes de terre, et observés chaque semaine pendant un mois.

H. Rau.

K. W. Gray et J. Schuh. — **Lutte contre le Puceron du Pois en Oregon.** (Pea aphid control in Oregon.) *Bull. Oregon Agr. Exp. St.*, n° 389, 23 p., 1941.

Le produit le plus actif contre *Macrosiphum onobrychis* est une poudre de derris à 0,75 p. 100 de roténone, additionnée de 3 p. 100 d'huile de soja; on l'applique à raison de 35 kilogrammes à l'hectare. L'accroissement de rendement obtenu est très

significatif. On obtient les mêmes résultats en délayant la poudre à 0,75 p. 100 de roténone dans une émulsion d'huile. L'addition de 1,45 p. 100 de nicotine n'augmente pas l'efficacité. Il n'y a pas d'intérêt à accroître la teneur de la poudre en huile ou en roténone. Certaines huiles sont inférieures à l'huile de soja.

M. Rau.

H. E. Hinton. — Les *Lathridiidae* d'intérêt économique. (The *Lathridiidae* of Economic importance.) *Bull. Ent. Res.* XXXII, 1942, pp. 191-247.

Trente espèces nuisibles aux produits entreposés sont étudiées dans ce travail qui permet de les déterminer. L'A. y joint une importante bibliographie.

J. d'Ag.

H. E. Hinton. — Les *Ptinidae* d'intérêt économique. (The *Ptinidae* of Economic Importance.) *Bull. Ent. Res.* XXXI, 1941, pp. 331-381.

Ce travail contient l'étude de 21 espèces nuisibles de *Ptinidae*. On sait que ceux-ci font des dégâts dans les divers produits conservés. Le but de l'A. a été l'identification exacte des représentants de cette famille afin de pouvoir entreprendre contre eux une lutte efficace. A cet effet il donne un bon tableau suivi d'une description détaillée des espèces.

Une importante bibliographie termine cet exposé.

J. d'Ag.

H. E. Hinton & F. L. Stephens. — Notes sur la Biologie et les Stades larvaires de *Cryptophagus acutangulus* Gyll. (Notes on the biology and immatures stages of C. a.) *Bull. Ent. Res.* XXXII, 1941, pp. 135-143.

Ce coléoptère *Cyptophagidae* se nourrit presque exclusivement de champignons et particulièrement de conidies de *Penicillium*.

Environ 15 p. 100 de conidies germent après avoir passé par le canal alimentaire.

La larve mange exclusivement les spores et les hyphes des champignons. L'A. décrit aussi soigneusement les différents stades larvaires, la nymphe et l'adulte.

J. d'Ag.

A. Hoffmann. — Coléoptères bruchides et anthribides. *Faune de France*, n° 44; 184 p.; 434 fig. P. Lechevalier, Paris, 1945.

Les familles traitées dans cet ouvrage sont : les *Bruchidae, Anthribidae, Urodonidae, Brenthidae, Nemonychidae,* mais ce sont surtout les Bruchides et les Anthribides qui représentent la partie importante du livre et qui intéressent les entomologistes agricoles.

Les *Bruchidae,* dont la plupart des espèces vivent à l'état larvaire aux dépens des graines de légumineuses, possèdent souvent une larve néonate. munie de pattes, qui devient apode après une mue. Les espèces indigènes n'ont habituellement qu'une génération annuelle, sauf la Bruche du Haricot. Cette famille de 7 genres comprend 68 espèces, facilement identifiables grâce aux tableaux clairs de l'A.

Les *Urodonidae* vivent sur les Résedacées et les Crucifères.

Les *Anthribidae* sont, pour la plupart, xylophages, attaquant le bois mort dans lequel se sont développés des champignons lignicoles. (On peut établir un rapprochement avec certains *Scolytidae.*) Cependant quelques espèces ont une éthologie bien distincte, tels : les *Anthribus* qui vivent en parasites de *Coccidae Lecaninae* et *Araeocerus fasciculatus* de Geer qui exerce de gros dégâts dans les denrées coloniales. Ce volume, abondamment illustré, contient 52 dessins d'ensemble des espèces les plus répandues, contribuant ainsi à rendre la détermination aisée. Un index alphabétique des végétaux attaqués permet de

circonscrire les recherches quand on connaît la plante-hôte. Cet ouvrage figurera dans la bibliothèque de tous ceux qu'intéresse l'entomologie appliquée et particulièrement de ceux qui ont pour mission de défendre notre production agricole.

J. D'Ag.

Iablokoff (A. Kh.). — **Ethologie de quelques Elatérides du Massif de Fontainebleau.** *Mém. du Mus. Nat. d'Hist. Nat.* Nouvelle série. XVIII, fas. 3, pp. 81-160, 13 fig., 8 pl.

L'A. expose les résultats de 10 ans de recherches dans la forêt de Fontainebleau. S'occupant spécialement des *Elateridae* il a surtout cherché à approfondir l'éthologie des espèces « réputées rarissimes » vivant dans les cavités des chênes et des hêtres.

Après un bref rappel des techniques particulières de chasses, l'auteur retrace, dans un premier chapitre, l'histoire de la forêt de Fontainebleau : son aspect à travers les siècles, les dates d'introduction des nouvelles essences et l'origine de son peuplement sylvestre actuel.

Il expose alors en détail l'éthologie des 5 plus rares *Elateridae* de la forêt :

1. *Brachygonus Megerlei* Lac. que l'on rencontre dans les cavités des chênes ;

2. *Ampedus aurilegulus* Schauf. qui vit dans les mêmes conditions que l'espèce précédente ;

3. *Anchastus acuticornis* Germ. qui vit surtout dans les cavités des hautes branches, sa larve étant souvent la proie de celle de *Brachygonus Megerlei* Lac. ;

4. *Limoniscus violaceus* Muli. qui se développe presque exclusivement dans les cavités de hêtre situées au ras du sol, rarement dans celles de chêne ;

5. *Megapenthes lugens* W. Redt. dont la larve est prédatrice de celle du *Cerambycidae : Rhamnusium bicolor* Schrk.

L'A. passe alors à l'étude de la biocénose des cavités, traitant de la succession chronologique des hêtres et des chênes ; suivant l'arbre depuis les premières attaques des xylophages « jusqu'au jour où l'arbre, complètement décomposé, se sera confondu avec le sol d'où il était sorti ». A ce propos l'A. résume l'éthologie d'une vingtaine de coléoptères *Elateridae* et *Cerambycidae*.

Ces conclusions donnent un aperçu général sur le cycle vital des larves des Elatérides microcavernicoles et exposent l'influence de la température sur les hivernages larvaires multiples.

J. D'Ag.

M. G. Jones. — **Description d'*Aphis* (*Doralis*) *rumicis* L. et comparaison avec *Aphis* (*Doralis*) *fabae* Scop.** (A description of *A. rumicis* L. and comparison with *A. fabae* Scop.) ***Bull. Ent. Res.*** XXXIII, 1942, pp. 5-20.

On avait, jusqu'à maintenant, confondu ces 2 espèces de pucerons et l'A. indique que *A. fabae* est polyphage cependant que *A. rumicis* est monophage et vit exclusivement sur les Rumex. Les différentes formes sont décrites et représentées.

J. D'Ag.

G. S. Kido. — **Fumigation au bromure de méthyle des plants de fraisier contre *Paria canella* var. *quadrinotata*** [Say]. (Methyl bromide fumigation of strawberry planting stock to control *Paria canella* var. *quadrinotata* [Say].) *J. Econ. Entom.*, 34, p. 766-768, 1941.

L'Eumolpide *Paria canella*, qui attaque les jeunes plants de fraisier, est combattu efficacement par des fumigations au bromure de méthyle. Une concentration de 32 grammes par m³ pendant 2 heures, à 22°, est mortelle pour tous les adultes. A 18°, avec un vide de 56 cm., on tue tous les stades de l'insecte par des concentrations de 32 grammes

pendant 3 heures, ou de 48 grammes pendant 2 heures. Jusqu'à la concentration de 48 grammes par m³, on n'a constaté aucune atteinte à la végétation.

M. Rau.

A. F. Kirkpatrick. — **Lutte contre *Saissetia oleae* dans les oliveraies, par poudrage au cyanure de calcium.** (The control of black scale in olive orchards by calcium cyanide dusting.) *J. Econ. Entom.*, 34, p. 772-777, 1941.

Contre la Cochenille noire, *Saissetia oleae*, qui attaque les oliviers en Californie, on a essayé des traitements cyanhydriques d'été sous bâche. La technique employée était le poudrage au cyanure de calcium. Les concentrations variaient de la dose standard usitée pour les agrumes au 1/8e de cette dose. Dans tous les cas, une destruction presque complète a été obtenue. Les arbres voisins des arbres soumis au cyanure se trouvaient traités par le gaz échappé des bâches. Fumigation de 45 minutes effectuée de nuit.

On a ensuite procédé à des traitements d'oliveraie, sans bâche, en poudrant du cyanure par temps très calme. Il faut en utiliser 50 à 60 kilogrammes à l'hectare lorsque 70 p. 100 des œufs sont éclos, au mois de juin. La poudreuse traite trois rangs d'arbre et se déplace à la vitesse de 8 kilomètres à l'heure. Sur des oliviers de forte taille, la mortalité constatée est de 98 p. 100 à la partie inférieure et 93 p. 100 au sommet, contre 30 p. 100 pour les témoins.

Un an après les traitements, la contamination des arbres traités était restée aussi faible, tandis que celle des témoins était multipliée par 10 ou 20. Aucun dégât n'a été causé aux oliviers. Les opérateurs doivent porter un masque à gaz; 45 ou 50 minutes après le début du poudrage, les concentrations dangereuses d'acide cyanhydrique ont disparu.

M. Rau.

E. I. Mac Daniel. — **Lutte contre deux insectes des maisons, l'Otiorrhynque du fraisier et le Grillon *Gryllulus domesticus*.** (Strawberry root weevils and crickets as household pests.) *Ext. Bull. Michigan State Coll. Agr.*, n° 230, 4 p., 1941.

*Otiorrhynchus* (*Brachyrrhinus*) *ovatus*, dont les larves se développent dans le sol et attaquent les racines de fraisier, envahit les locaux habités, dans le Michigan. On le combat par des poudrages à l'arséniate de plomb sur sol nu ou sur pelouses, à la dose de 50 gr. par m². Contre les adultes, utilisation d'appâts constitués par du son, de la mélasse et du valériate d'amyle, et contenant comme matière active de l'arsénite de soude, de l'anhydride arsénieux ou du Vert de Paris.

Contre le Grillon *Gryllulus domesticus*, appâts au son, mélasse et acétate d'amyle, avec, comme matière active, du fluorure de sodium, du borax, du pyrèthre ou de la roténone.

M. Rau.

L. Mesnil et J. d'Aguilar. — **Parasitisme de *Macquartia grisea* FALL. (Dipt. *Larvaevoridae*) sur Doryphore.** *Bull. Soc. Ent. de France*, L, 1945, p. 32.

Les A. rapportent leurs tentatives expérimentales pour obtenir une infestation parasitaire chez la larve de Doryphore à l'aide d'une Tachinaire: *Macquartia grisea* Fall, à l'éthologie peu connue.

Ils ont observé une pénétration des jeunes larves de la Tachinaire, malheureusement les réactions de cicatrisation des tissus du Doryphore sont si vives que les larvules ont été complètement enserrées et sont mortes asphyxiées après obturation des stigmates postérieurs.

Cette tentative constitue, néanmoins, un essai intéressant sur la possibilité d'adaptation d'un parasite autochtone chez un ravageur importé.

P. G.

E. Meyer. — **Recherches sur les répulsifs empêchant la ponte des Hannetons dans les terrains agricoles.** (Versuche mit chemischen Vergrämungsmitteln zur Verhinderung der Eiablage des Maikäfers auf landwirtschaftlich genutzten Flächer.) *Zeits. f. Pflanzenkr.*, 52, p. 2-4, 1942.

Des essais de produits répulsifs ont été effectués au Holstein et au Mecklembourg contre *Melolontha melolontha* et en Wurtemberg contre *M. hippocastani*. Les huiles de goudron et leurs dérivés n'ont pas donné de résultats. Seule, la naphtaline s'est montrée efficace, à condition qu'on l'épande en morceaux, car, en poudre, elle perd vite son action. Elle agit tant que son odeur reste perceptible à 1 m 80 du sol.

A la dose d'emploi de 45 kilogrammes à l'hectare, l'action répulsive de la naphtaline persiste 4 ou 5 jours. Quand les conditions sont favorables, 5 ou 6 applications sont nécessaires. En fin de saison, les femelles réagissent moins bien. La pluie fait perdre au traitement son efficacité.

M. Rau.

A. E. Michelbacher. — **Lutte contre les larves d'*Heliothis armigera* attaquant le maïs sucré.** (Control of the corn earworm on sweet corn.) *Bull. Dep. Agr. Calif.*, 30, p. 175-183, 1941 ; in : *Rev. Appl. Entom.*, t. 30, p. 555, 1942.

Il paraît possible de combattre les larves d'*Heliothis* qui attaquent le maïs sucré, en Californie, en injectant de l'huile dans le canal médullaire de l'épi. Les attaques de l'insecte se produisant tard dans la saison, l'injection doit avoir lieu après la fertilisation complète des épis. On utilise, pour chaque épi, 0,85 à 1 cm³ d'une huile de pétrole de viscosité Saybolt 180 à 200, de coefficient de sulfonation égal à 99, et contenant 0.2 p. 100 de pyréthrines (soit 1 p. 100 d'oléorésine de pyrèthre). On peut ainsi protéger 70 p. 100 des épis, mais le traitement est coûteux et ne doit être appliqué que lorsque c'est nécessaire. Si on traite trop tôt, les grains du sommet de l'épi ne se forment pas.

M. Rau.

C. E. Palm, H. C. Lincoln et A. B. Buchholz. — **Le Charançon de la luzerne : Moyens de le combattre et de le détruire.** (The alfalfa snout beetle : ist control and suppression.) *Bull. Cornell Agr. Exp. St.*, n° 757, 50 p., 1941 ; in : *Rev. appl. entom.*, 30, p. 387, 1942.

Le Charançon *Otiorrhynchus* (*Brachyrhinus*) *ligustici* qui attaque la luzerne dans l'Est des États-Unis, a été découvert en 1933. Le présent ouvrage expose les mesures prises pour obtenir son éradication, et les moyens de lutte dont on dispose. Ceux-ci consistent en appâts empoisonnés atteignant l'adulte au moment où il entre en activité en avril-mai ; les meilleures formules contiennent, soit des fruits séchés, soit des mélanges de sucre et de farine de soja. Il faut faire trois applications à une semaine d'intervalle, à raison de 200 litres d'appât à l'hectare.

*Matières attractives des appâts.* Donnent de bons résultats : les raisins secs, les pêches, abricots, figues et dattes séchés et détrempés, puis mélangés avec de la menue paille, les pommes fraîches, le sucre en poudre et la farine de soja. Le cidre et la bière fermentés perdent rapidement leur pouvoir attractif. La mélasse est répulsive ; plusieurs composés aromatiques sont sans action.

*Charges.* Les meilleures charges sont la farine de soja, qui maintient l'humidité, les balles de maïs broyées, le son, la farine de coque de noix. La sciure, la tourbe, les pulpes séchées, les peaux d'oranges séchées, les huiles, donnent de mauvais résultats.

*Antiseptiques.* Le benzoate de soude donne de bons résultats avec le raisin, mais pas avec le maïs. L'addition de 1 p. 100 de formol a une action favorable.

*Substances toxiques.* Les fluosilicilate et le fluorure de sodium sont les plus actifs, l'arsénite de sodium l'est beaucoup moins. La cryolithe, le Vert de Paris, l'anhydride

arsenieux, l'arséniate de chaux, le sulfate de magnésie sont sans action. Les appâts fluorés au raisin sont à 3 p. 100 de matière active ; il est bon d'opérer au-dessus de 18° ; à plus basse température, l'action des poisons est plus lente. Les volailles ne consomment pas le sappâts au fluosilicate de soude, mais les vaches mangent le raisin.

*Autres moyens de lutte.* Tranchées, barrières de fer galvanisé ou de naphtaline, façons culturales, destruction des larves dans le sol par le sulfure de carbone. Ces procédés sont d'importance secondaire, les appâts empoisonnés constituant le moyen de lutte essentiel.

M. Rau.

L. Pyenson. — **La lutte contre la Cochenille du fusain.** (Control of the Euonymus scale.) *J. econ. entom.*, 34, p. 860, 1941.

Contre la Cochenille *Chionaspis euonymi*, qui attaque les *Evonymus* et les *Celastrus*, les traitements aux huiles sont insuffisants. On obtient, au contraire, des mortalités de 99 à 100 p. 100 par des pulvérisations au dinitrocrésylate de soude à 2 p. 100 ou au dinitrocrésylate de soude à 0,5 p. 100 additionné de 0,06 p. 100 de monolaurate de mannitane technique.

M. Rau.

C. F. Rainwater et F. F. Bondy. — **Traitements contre l'Anthonome et le Puceron du Cotonnier par des mélanges de derris et d'arséniate de chaux.** (Boll weevil and cotton aphid control by the use of derris in combination with calcium arsenate.) *J. écon. entom.*, 34, 733-735, 1941.

Trois formules de poudrage ont été essayées comparativement sur Cotonnier contre *Anthonomus grandis :* arséniate de chaux seul, arséniate de chaux avec poudre de derris à 0,5 p. 100 de roténone, arséniate de chaux additionné de son poids de soufre. Si on considère les mortalités d'insectes, les trois formules ne présentent pas entre elles de différences significatives, mais elles en présentent d'importantes avec les témoins. Au point de vue du rendement en coton, le mélange d'arséniate et de derris montre une supériorité significative sur les autres poudres dans plusieurs champs d'expérience.

La pullulation du Puceron est très diminuée après les poudrages contenant du derris. Il en est parfois aussi de même après les poudrages contenant du soufre. Dans la pratique, le mélange des trois produits : arséniate de chaux, derris, soufre, donne de bons résultats.

M. Rau.

W. J. Reid Jr, C. E. Smith, L. B. Reed et W. A. Thomas. — **Essais d'insecticides en plein champ contre les chenilles du chou, dans le Sud des États-Unis.** (Field studies of insecticides used to control cabbage caterpillars in the South.) *Tech. Bull. U. S. Dep. of agr.*, n° 782, 35 p., 1941.

Des essais insecticides de plein champ ont été réalisés dans la Caroline du Sud et la Louisiane contre différentes chenilles du chou, notamment les larves de *Plusia* (*Autographa*) *brassicae*, *Plutella maculipennis*, *Pieris rapae* et de plusieurs Agrotinés.

Les meilleurs résultats sont donnés par les poudres de derris à 0,5-1 p. cent de roténone, qui sont actives contre toutes les larves, sauf celles d'Agrotinés. Dans ce cas, on peut employer l'arséniate de chaux, le vert de Paris ou la cryolithe. Le vert de Paris doit être dilué dans 9 fois son poids de chaux éteinte. Contre les *Plusia* et les *Pieris*, la poudre de pyrèthre à 0,1 p. cent de pyrèthrine 1 est efficace.

Tous les produits ont été essayés en poudrage.

M. Rau.

C. H. Richardson et E. J. Seiferle. — **Action du derris et de la roténone sur un Lépisme.** (Action of derris and rotenone on the Firebrat.) *J. Econ. Entom.*, 34, p. 860-861, 1941.

Des essais de lutte contre *Thermobia domestica* ont été réalisés au moyen d'appâts contenant de 0,1 à 4 p. 100 de roténone, soit à l'état pur, soit sous forme de poudre de derris. L'appât lui-même était constitué de 200 parties d'avoine aplatie, 10 parties de sucre et 5 parties de sel de cuisine. Chaque insecte consommait 30 milligrammes de mixture.

A partir d'une teneur de 1 p. 100 de roténone, les appâts assurent la mortalité totale des insectes; à 0,1 p. 100, ils empêchent leur alimentation. La roténone à l'état pur est moins toxique que sous forme de poudre de derris. On conclut de ces essais qu'une poudre de derris à 1 p. 100 de roténone doit bien protéger les matières, par exemple, les papiers, contre les attaques de ce Lépisme.

M. Rau.

E. Schimitschek. — **La multiplication du Géométride du Pin, *Bupalus piniarius L.*, et les moyens employés pour le détruire en 1940 dans la Slovaquie occidentale.** (Die Massenwermehrung des Kieferspanners, *B. piniarius L.*, und seine Bekämpfung in Jahre 1940 in der West-Slowakei.) *Zbl. ges. Forstwes.*, 67, p. 25-46 et 53-59, 1941; in: *Rev. Appl. Entom.*, t. 30, p. 540, 1942

Le Géométride du pin a été combattu efficacement par des poudrages à base de dinitro-orthocrésol. On peut opérer du sol ou, pour les forêts étendues, par avion.

M. Rau.

L. A. Stearns. — **Essais de pulvérisation contre la seconde génération du Carpocapse.** (Experimental spraying for control of second-brood codling-moth.) *Trans. peninsula hort. soc. 1941*, pp. 40-45, 1942; in *Rev. appl. entom.*, t. 30, p. 595, 1942.

Plusieurs produits de remplacement pour les traitements arsenicaux du Carpocapse ont été essayés en 1941 dans le Delaware. Le produit étalon est la bouillie bordelaise à 0,3 p. cent à l'arséniate de plomb (300 g. par Hl.).Les différentes formules d'essai: nicotine stabilisée à 42 g. d'alcaloïde par hl., — huile nicotinée à 500 g. d'huile et 20 g. d'alcaloïde par hl., — bouillie roténonée et pyrèthrinée, — xanthone à 200 g. par Hl. — donnent à peu près la même protection que l'étalon, mais sont toutes beaucoup plus onéreuses. Sauf pour la xanthone, elles sont incompatibles avec les bouillies cupriques. On recommande finalement les traitements arsenicaux et l'huile nicotinée.

Contre *Popillia japonica*, seul l'arséniate donne des résultats.

M. Rau.

W. M. Upholt. — **Lutte chimique contre *Pseudococcus comstocki* Kuw.** (Chemical control of *Ps. comstocki* Kuw.) J. econ. Entom., 30, p. 440, 1942.

Cette Cochenille attaque les pommiers en Caroline du Sud. Ses pontes sont protégées par un revêtement cireux que les bouillies ordinaires ne peuvent pénétrer. Pour les atteindre, les bouillies doivent être additionnées d'un mouillant commercial à base d'ester dioctylique du sulfosuccinate de soude. Trois traitements doivent être faits de fin mai à fin juin avec une émulsion contenant, par hectolitre: 250 cm³ de mouillant à l'ester sulfosuccinique, 125 m³ de sulfocyanure de lauryle et 0 l 5 d'émulsion d'huile d'été.

M. Rau.

J. S. Yuill. — **Essais préliminaires de lutte contre *Recurvaria milleri*.** (Preliminary studies on the control of the lodgepole needle miner.) *J. Econ. Entom.*, 35, p. 16-20, 1942.

Les larves de *Recurvaria milleri* attaquent les aiguilles de *Pinus contorta* et provoquent souvent la mort des arbres. Deux traitements efficaces sont indiqués : pulvérisation d'arséniate de plomb à 400 grammes par hectolitre, additionné de sulfate de nicotine et de kérosène; pulvérisation d'huile à 4 p. 100, additionnée de sulfate de nicotine (60 grammes de nicotine alcaloïde par hectolitre). La phénothiazine et le disulfure de tétraméthylthiurame ne donnent pas satisfaction.

M. Rau.

**Travaux courants de lutte contre les insectes.** (Current contribution of insect control.) *Bull. N.-Y. State Agr. Exp. St.*, n° 698, 62 p., 1942.

Plusieurs travaux intéressants figurent dans ce bulletin.

G. W. Pearce et P. J. Chapman : *Emploi de l'albumine de sang comme émulsif* (pp. 15-16). L'albumine de sang est un produit commercial utilisé comme émulsif dans la préparation mécanique des émulsions agricoles. C'est un bon agent d'émulsion pour l'huile de pétrole, un bon mouillant pour les autres bouillies. Les qualités mises en vente contiennent en général 1 partie d'albumine et 3 parties de matière inerte (terre de diatomées). Les spécifications suivantes sont proposées : Teneur en azote total : 14 p. cent ± 0,5 p. cent; — solubilité dans l'eau : au moins 90 p. cent; — finesse : 90 au tamis 200.

F. L. Gambrell : *Traitement d'hiver contre certains insectes des plants de pépinière* (pp. 22-25). Il s'agit de combattre surtout les Coccides et les Aphides. Les produits proposés sont à la base de dinitroorthocrésylate de Na, de dinitrocrésol ou de dinitrocyclohexylphénol dissous dans l'huile ou dans une solution de potasse. Les bouillies contiennent 100 à 200 g. de matière active par hl.

E. H. Smith, A. W. Avens et S. C. Mendall : *Relation entre la quantité d'huile déposée et la protection des coings contre* Cydia molesta (pp. 26-28). La formule recommandée est une émulsion d'huile nicotinée : Huile de pétrole, 0,25 l. à 1 l.; — sulfate de nicotine, 225 g. de nicotine; — albumine de sang, 12 g.; — eau, q.s.p. 100 litres. La destruction atteint 75 à 86 p. cent des insectes; il faut faire des traitements répétés, de manière que l'huile s'accumule sur les arbres.

P. J. Chapman, G. W. Pearce et A. W. Avens : *Nouvelles bases pour la spécification des huiles de pétrole arboricoles* (pp. 40-42). L'efficacité des huiles pour traitement d'hiver est essayée sur les œufs de *Tortrix argyrospila*. Elle dépend moins de la viscosité que de la densité et de l' « indice de viscosité » (nombre empirique indiquant l'influence des variations de température sur la viscosité). Les nouvelles spécifications proposées sont les suivantes : indice de viscosité d'au moins 65, « gravité » d'au moins 28 en degrés A. P. I., « point d'écoulement » pas supérieur à — 1°, point d'ébullition relativement bas, viscosité Saybolt de 90 à 120 sec. à 38°.

R. W. Dean et E. H. Smith : *Insecticides contre* Cydia molesta (pp. 53-54). Sur pêcher, on a essayé de combattre *Cydia molesta* par une poudre ou par une bouillie. La poudre a la composition suivante : huile de pétrole, 5 p. cent; soufre, 57 p. cent; matière inerte, 38 p. cent. La bouillie contient, pour 100 l. d'eau, 250 g. de xanthone ou de la nicotine stabilisée, à raison de 50 g. d'alcaloïde. Ces traitements ne présentent pas d'intérêt particulier.

E. F. Taschenberg et F. Z. Hartzell : *Études sur la lutte contre l'Eudemis américaine* (Polychrosis viteana) [pp. 45-47]. Les traitements préconisés sont : bouillie bordelaise à l'arséniate de chaux, 80 g. d'As par hl.; — nicotine stabilisée, 42 g. d'alcaloïde par hl.; — bouillie roténonée, 16 g. de roténone par hl.

M. Rau.

## PHYTOPHARMACIE.

A. W. Cressman. — **Sensibilité aux huiles et à la résine de cubé des races, résistantes ou non, d'*Aonidiella aurantii*.** (Susceptibility of resistant and non-resistant strains of the California red scale to oil and cube resins.) *J. Econ. Entom.*, 34, p. 859, 1941.

Parmi les « Cochenilles rouges », *Aonidiella aurantii*, qui attaquent les agrumes en Californie, il existe des races résistantes à l'acide cyanhydrique. Il est possible de les combattre par des huiles de pétrole additionnées de résine roténonée. Les différentes races ne présentent que des variations nulles ou faibles de résistance à ce traitement. Les concentrations en résine de cubé étaient, dans les essais, de 6 à 13 grammes par hectolitre.

La bouillie peut être préparée de deux façons : 1° La résine est mise en solution dans un mélange de deux volumes de phthalate de dibutyle et d'un volume de trichloréthylène ; cette solution est ensuite mise en suspension dans l'huile à la dose de 8 p. 100 ; 2° Une solution de la résine dans le phthalate de dibutyle est, à son tour, dissoute dans l'huile à la concentration de 30 p. 100. Dans le premier cas, on obtient une suspension de la résine ; dans le second cas, une solution vraie. L'huile contenant la matière active est émulsionnée dans l'eau au moyen de gélatine d'os. Aux fortes concentrations, les solutions vraies sont plus actives que les suspensions.

M. Rau.

W. Ebeling. — **Produits ajoutés aux émulsions d'huile pour accroître leur efficacité contre les ravageurs des agrumes.** (Materials added to oil spray to increase its effectiveness in *Citrus* pest control.) *J. Econ. Entom.*, 34, p. 829-837, 1941.

L'action des huiles de pétrole, qui paraît parfois trop faible dans les traitements des *Citrus*, peut être augmentée par l'addition de produits qui améliorent leurs qualités physiques ou chimiques. Les caractères physiques susceptibles d'être améliorés sont : l'émulsibilité, l'étalement, le dépôt d'huile sur les arbres et sur les insectes. On obtient ces résultats par l'emploi d'émulsifs et de mouillants appropriés. Les poudres fines, telles que la farine de coques de noix, accroissent la capillarité superficielle et permettent un traitement plus énergique des insectes fixés. D'autre part, l'addition de certaines substances solubles rend possible un mouillage sélectif, un pouvoir pénétrant plus élevé et l'amélioration d'autres caractères qui augmentent l'efficacité des huiles.

Au point de vue chimique, l'addition aux huiles de certaines susbstances permet de lutter à la fois contre deux pararasites ; elle accroît l'efficacité des traitements grâce à des phénomènes de synergisme ; elle rend possible la pénétration de certains composés hautement toxiques par eux-mêmes, mais incapables de traverser les téguments des insectes.

M. Rau.

M. Hussein. — **Note sur les appâts toxiques employés en Égypte contre les Criquets.** (Note on the poison bait used in Egypt for controling locusts and grasshoppers.) *Bull. Soc. Fouad I^er Ent.*, 25, 211-213, 1941 ; in : *Rev. Appl. entom.*, 30, p. 422, 1942.

La formule standard utilisée contre *Schistocerca gregaria* est la suivante : arsénite de sodium, 1 kg ; mélasse 4 l. 5 ; eau 2 l. 5. On dilue ce mélange dans 15 fois son volume d'eau et on fait une pâte avec du son. La solution concentrée se conserve plusieurs mois ; mais au bout de 3 ans, l'arsenic est transformé en acides arsénieux et arsenique. Les appâts contenant 2 à 4 p. 100 de fluosilicate de sodium dans le son constituent de bons succédanés de la formule standard.

M. Rau.

Z. V. Ivanova-Aleksandrovskaya. — **Action de la chloropicrine sur la faculté germinatrice des graines de coton.** *Proc. Lénine Ac. Agr. Sc. U. R. S. S.*, t. 6, n° 11, p. 24-26; in: *Rev. Appl. Entom.*, t. 30, p. 581, 1942.

Essais de fumigation à la chloropicrine contre le Ver rose du coton (*Platyedra gossipiella*). Les graines, ayant de 8,7 à 9,1 p. 100 d'humidité, sont maintenues pendant 24 heures dans des atmosphères à 20, 60, 70 cm³ de chloropicrine par m³ et en atmosphère saturée de chloropicrine; température: 15° à 18°. Seule, l'atmosphère saturée est nuisible pour les graines. A partir de 18-20 cm³ de chloropicrine par m³, la mortalité des Vers roses est complète; pour tuer les autres insectes, il faut 20 à 30 cm³. La résistance des graines à la fumigation diminue quand l'humidité augmente. L'action de la température ne se fait pas sentir entre 12° et 41°.

M. Rau.

# TABLES DES MATIÈRES.

## I. MÉMOIRES ORIGINAUX.


Pages.

Arnaud (G.) et Limasset (P.). — Notice sur M. Étienne Foex ..... 3
Barraud (M.). — Le Mildiou et la Vigne ..... 105
Barraud (M.) et Gaudineau (M.). — Oïdium de la Vigne. Essais de traitements en 1944. 121
Boczkowska (M.). — Recherches sur les affinités existant entre le Doryphore et diverses variétés polonaises de pommes de terre ..... 191
Bonnemaison (L.). — Arrêts de développement et diapauses ..... 19
Chauvin (R.). — Chimiotropismes des Insectes ..... 11
Darpoux (H.). — Contribution à l'étude des maladies des plantes oléagineuses en France ..... 71
Darpoux (H.). — Étude sur l'Anthracnose du Cerisier ..... 161
Hoestlandt (H.). — Le Crabe chinois en Europe et principalement en France ..... 223
Kovache (A.) et Ficheroulle (H.). — Sur l'utilisation des produits mouillants et des adhésifs comme adjuvants aux bouillies agricoles ..... 235
Lansade (M.). — Essais de lutte contre la carie du Blé en 1943 et 1944 ..... 177
Limasset (P.). — Sur quelques Mosaïques chroniques de la pomme de terre ..... 57
Simon (L.). — Essais sur l'Oïdium en 1943 au vignoble expérimental de Belle-Beille .. 115
Rapport sommaire sur les Travaux de Pathologie végétale effectués dans les Stations et Laboratoires en 1943 ..... 245
Rapport sommaire sur les Travaux de Pathologie végétale effectués dans les Stations et Laboratoires en 1944 ..... 249


## II. TABLE PAR NOMS D'AUTEUR.

(*Les noms composés en caractères gras rappellent les mémoires originaux.*)


Pages.

**Arnaud (G.) et Limasset (P.)** ... 3
Ahlberg (O.) ..... 139
André (M.) et Behue (G. A.) ..... 258
Annand (P. N.) ..... 258
**Barraud (M.)** ..... 105
**Barraud (M.) et Gaudineau (M.)**. 121
Bartlett (P. R.) et Persing (C. O.) ... 258
Barnes (H. F.) et Weil (J. W.) ..... 139

Bawden (F. C.) et Sheffield (F. M. L.). 256
Beeson (C. F. C.)..... 259
Blanchard (M.) et Sonntag (G.)..... 155
Blanton (F. S.)..... 259
**Boczkowska**..... **191**
Bogdarina (A. A.)..... 155
**Bonnemaison (L.)**..... **19**
Boyer (L.) et Francot (P.)..... 144
Boyer (M.)..... 145
Bovien (P.) et Stapel (C.)..... 140
Branas (J.)..... 145, 146, 156
Buchwald (N. F.)..... 146
Bustarret (J.)..... 147

Carrière (E.)..... 156
Carson (G. P.), Howard, Markham et Smith..... 255
**Chauvin (R.)**..... **11**
Corbet (A. S.) et Tams (W. H. T.)..... 259
Cotton (R. T.) et Wagner (G. B.)..... 140
Cressmann (A. W.)..... 269

**Darpoux (H.)**..... **71, 161**
Doucette (C. F.)..... 260

Ebeling (W.)..... 269
Esau (K.)..... 147

Fenton (F. A.)..... 260
Ferrière (Ch.), Defago (G.) et Roos (K.)..... 141
Fox Wilson (G.)..... 260
Fitzgerald (J. S.), Ratcliffe (F. N.) et Gay (F. J.)..... 142
Frampton (V. L.) et Takahashi (W. N.). 148
Francot (P.)..... 148
Frey (W.)..... 261

Gaillou (G.)..... 157
Gaudineau (M.)..... 149
Gaudineau (M.) et Huger (R.)..... 148
Gough (H. C.)..... 261
Gray (K. W.) et Schuh (J.)..... 261

Hamilton (C. G.)..... 142
Hervey (G. E. R.)..... 142
Hinton (H. E.)..... 262
**Hoestlandt (H.)**..... **223**
Hoffmann (A.)..... 262
Hussein (M.)..... 269

Iablokoff (A. K.)..... 263
Isely (D.)..... 142
Ivanova-Aleksandrovskaya (Z. V.)..... 270

Jones (E.)..... 143
Jouis (M. G.)..... 263

Kido (G. S.)..... 263
Kiplinger (D. C.) et Laurie (A.)..... 157
Kirkpatrick (A. F.)..... 264
Kohler (E.)..... 149
**Kovache (A.) et Ficheroulle (H.)**. **235**

Lafon (J.)..... 150
**Lansade (M.)**..... **177**
**Limasset (P.)**..... **57**
— ..... **150**

Mac Daniel (E. I.)..... 264
Magrou (J.)..... 151, 152
Mesnil (L.) et d'Aguilar (J.)..... 264
Meyer (E.)..... 265
Michelbacher (A. E.)..... 265

Neergard (P.)..... 253
Nolte (M. C. A.)..... 143

Palm (C. E.), Lincoln (H. C.) et Buchholz (A. B.)..... 265
Pfankuch (E.)..... 153
Pratt (B. G.)..... 143
Pyenson (L.)..... 266
Pyenson (L.) et Roth (R. W.)..... 143

Rainwater (C. F.) et Bondy (F. F.)..... 266
Raucourt (M.)..... 157, 158
Reid (W. J.), Smith, Reed et Thomas.. 266
Riedl (W. A.)..... 144
Richardson (C. H.) et Seifferle (E. J.). 267
Roth (R. W.) et Pyenson (L.)..... 158

Schad (C.)..... 153
Schimitschek (E.)..... 267
Schoyen (T. H.) et Jorstad (I.)..... 253
Segretain (G.)..... 153
Sheffield (F. M. L.)..... 256
**Simon (L.)**..... **115**
Smith (G. L.), Scales (A. L.) et Gaines (R. C.)..... 144
Smith (K. M.)..... 254, 255
Smith (K. M.) et Markham (R.)..... 254
Stearns (L. A.)..... 267
Stelzner (G.) et Schwall (H.)..... 154

Thompson (R. C.)..... 154

Upholt (W. M.)..... 267

Venezia (M.) et Ru (D.)..... 158

Wallace (T.)..... 257
Watson (M. A.)..... 257
Watkins (T. C.)..... 144

Yuill (J. S.)..... 268

# III. TABLE MÉTHODIQUE.

## (ANALYSES BIBLIOGRAPHIQUES.)

### I. PATHOLOGIE VÉGÉTALE.

Pages.

Boyer (L.) et Francot (P.). — Vignes gelées et chlorose ..... 144
Boyer (M.). — L'Oïdium et les moyens de lutte actuels ..... 145
Branas (J.). — Rapport présenté au Comité régional de la Production agricole ..... 145
Branas (J.). — La tache d'huile de l'Oïdium ..... 146
Branas (J.). — Le Black-Rot ..... 146
Branas (J.). — La lutte contre les maladies cryptogamiques ..... 146
Buchwald (N. F.). — Attaque des noisettes par le *Monilia* (*Sclerotinia*) *fructigena* (Aderh et Ruhl) Honey ..... 146
Bustarret (J.). — La dégénérescence de la Pomme de terre, ses causes, son importance agronomique ..... 147
Bawden (F. C.) et Sheffield (F. M. L.). — Rapports entre certains virus provoquant des maladies nécrotiques sur la Pomme de terre ..... 256
Carson (G. P.). Howard, Markham et Smith. — Le virus du Paracrinkle et sa transmission héréditaire ..... 255
Esau (K.). — Études anatomiques et cytologiques sur la Mosaïque de la Betterave ..... 147
Frampton (V. L.) et Takahashi (W. N.). — Recherches à l'aide de l'électrophorèse sur les virus des plantes ..... 148
Francot (P.). — La lutte contre le Mildiou dans les circonstances actuelles ..... 148
Gaudineau (M.). — Les maladies de la Vigne en 1942 dans le sud-ouest ..... 149
Gaudineau (M.) et Huger (R.). — Lutte contre la cloque du pêcher et économie de cuivre. 148
Kohler (E.). — Sur quelques problèmes de viropathologie végétale ..... 149
Lafon (J.). — Rapport du directeur de la Station de Cognac ..... 150
Lafon (J.). — Résultats des essais contre le Mildiou effectués en 1942 à la Fondation Fougerat ..... 150
Limasset (P.). — Principes de pathologie végétale ..... 150
Magrou (J.). — Des Orchidées à la Pomme de terre ..... 151
Magrou (J.). — Facteurs biologiques et physico-chimiques de la tubérisation chez la Pomme de terre ..... 152
Neergaard (P.). — Danish Species of *Alternaria* and *Stemphylium* Taxonomy, parasitism; economical significance ..... 253
Pfankuch (E.). — L'importance de nos connaissances sur la structure et les propriétés des protéines virus pour une chimiothérapie des maladies à virus ..... 153
Schad (C.). — Étude des facteurs de l'infection primaire et de la durée de l'incubation en vue de la prévision des époques de traitements contre le Mildiou de la vigne ..... 153
Schoyen (T. H.) et Jorstad (I.). — Les insectes parasites et les maladies des arbres et des arbustes fruitiers ..... 253
Segretain (G.). — Culture d'un virus et son inoculation sur fragments de tige de Tabac cultivés *in vitro* ..... 153

Sheffield (F. M. L.). — Valeur de la nécrose du liber pour la diagnose de l'enroulement de la Pomme de terre ..... 256
Smith (K. M.). — Les virus des plantes ..... 254
Smith (K. M.). — La maladie de l'anneau noir de la Tomate ..... 255
Smith (K. M.) et Markham (R.). — Deux nouveaux virus attaquant le Tabac et d'autres plantes ..... 254
Smith (K. M.). — Une maladie à virus de la Livèche ..... 254
Stelzner (G.) et Schwall (H.). — Réaction d'une série de Solanées à l'infection par les virus A, Y et Z de la Pomme de terre envisagée du point de vue de la possibilité de leur utilisation comme plantes épreuves ..... 154

Thompson (R. C.). — Réaction de diverses espèces de *Lactuca* au virus de la jaunisse des *Aster* dans les conditions normales de la culture ..... 154

Wallace (T.). — Diagnose des déficiences minérales chez les plantes cultivées ..... 257
Watson (M. A.). — Le virus de la jaunisse de la Betterave. Compte rendu préliminaire d'expériences et d'observations relatives à ses effets dans les champs ..... 257

## II. ZOOLOGIE AGRICOLE.

Ahlberg (O.). — La Cécidomyie des chrysanthèmes et les moyens de la combattre .... 139
André (M.) et Behue (G. A.). — Observations sur l'Acariose des Abeilles et sur l'emploi du salycylate de méthyle ..... 258
Annand (P. N.). — Rapport du chef du bureau d'entomologie et de protection des plantes ..... 258

Barnes (H. F.) et Weil (J. W.). — Les appâts contre les limaces comportant des mélanges de métaldéhyde et de diverses substances ..... 139
Bartlett (P. R.) et Persing (C. O.). — Essais de laboratoire contre le Thrips des serres .. 258
Beeson (C. F. C.). — Guide pour la lutte contre les Termites à l'usage des fonctionnaires forestiers ..... 259
Blanton (F. S.). — Le bromure de méthyle contre les larves mineuses d'*Agromyza pusilla* qui attaquent les gerbes ..... 259
Bovien (P.) et Stapel (C.). — La Cédidomyie des poirettes, biologie et moyens de lutte. 140

Corbet (A. S.) et Tams (W. H. T.). — Tableaux pour la détermination des Lépidoptères ravageurs des productions alimentaires conservées ..... 259
Cotton (R. T.) et Wagner (G. B.). — Lutte contre les insectes des grains dans les élévateurs ..... 140

Doucette (C. F.). — Lutte contre les insectes et acariens qui attaquent les bulbes de narcisses ..... 260

Fenton (F. A.). — Protection contre les insectes des blés entreposés ..... 260
Ferrière (Ch.), Defago (G.) et Roos (K.). — Lutte contre les Doryphores ..... 141
Fitzgerald (J. S.), Ratcliffe (F. N.) et Gay (F. J.). — Essais de fumigation du blé en silo par le bromure de méthyle ..... 142
Fox Wilson (G.). — Les ravageurs de *Cotoneaster horizontalis* ..... 260
Frey (W.). — Recherches sur la destruction de *Meligethes aeneus* en plein champ par des insecticides de contact ou d'ingestion ..... 261

Gough (H. C.). — Essais de laboratoire et de plein champ contre les larves de Taupins .. 261
Gray (K. W.) et Schuh (J.). — Lutte contre le Puceron du Pois en Oregon ..... 261

Hamilton (C. C.). — Toxicité du bromure de méthyle envers le Tetranyque commun et les rosiers cultivés en serre ..... 142

Hervey (G. E. R.). — Date des traitements contre les chenilles du chou..... 142
Hinton (H. E.). — Les *Lathridiidae* d'intérêt économique..... 262
Hinton (H. E.). — Les *Ptinidae* d'intérêt économique..... 262
Hinton (H. E.) et Stephens (F. L.). — Notes sur la Biologie et les Stades larvaires de *Cryptophagus acutangulus* Gyll..... 262
Hoffmann (A.). — Coléoptères bruchides et anthribides..... 262

Iablokoff (A. K.). — Éthologie de quelques Élatérides du Massif de Fontainebleau.... 263
Isely (D.). — Lutte contre le Tetranyque commun sur cotonnier..... 142

Jones (M. G.). — Description d'*Aphis* (*Doralis*) *rumicis* L. et comparaison avec *Aphis* (*Doralis*) *fabae* Scop..... 263
Jouis (E.). — Sur la désinfection des sols des jardins familiaux..... 143

Kido (G. S.). — Fumigation au bromure de méthyle des plants de fraisiers contre *Paria canella* var. *quadrinotata* (Say)..... 263
Kirkpatrick (A. F.). — Lutte contre *Saissetia oleae* dans les oliveraies, par poudrage au cyanure de calcium..... 264

Mac Daniel (E. I.). — Lutte contre deux insectes des maisons, l'Otiorrhynque du fraisier et le Grillon..... 264
Mesnil (L.) et d'Aguilar (J.). — Parasitisme de *Macquartia grisea* Fall..... 264
Meyer (E.). — Recherches sur les résultats empêchant la ponte des Hannetons dans les terrains agricoles..... 265
Michelbacher (A. E.). — Lutte contre les larves d'*Heliothis armigera* attaquant le maïs sucré..... 265

Nolte (M. C. A.). — Expériences de 1938-1939 sur la lutte contre les Criquets par le dinitrorthocrésol et d'autres insecticides..... 143

Palm (C. E.), Lincoln (H. C.) et Buchholz (A. B.). — Le Charançon de la Luzerne : Moyens de le combattre et de le détruire..... 265
Pratt (B. G.). — Traitements du Carpocapse par l'arséniate de plomb et par des produits à base de pyrèthre et de roténone..... 143
Pyenson (L.). — La lutte contre la Cochenille du fusain..... 286
Pyenson et Roth (R. W.). — Concentration des bouillies au derris actives contre *Pieris rapae*..... 143

Rainwater (C. F.) et Bondy (F. F.). — Traitements contre l'Anthonome et le Puceron du Cotonnier par des mélanges de derris et d'arséniate de chaux..... 266
Reid (W. J.), Smith (C. E.), Reed (L. B.) et Thomas (W. A.). — Essais d'insecticides en plein champ contre les chenilles du chou, dans le sud des E. U..... 266
Richardson (C. H.) et Seiferle (E. J.). — Action du derris et de la roténone sur un Lépisme..... 267
Riedl (W. A.). — Lutte par soufrage contre le «psyllid yellow» de la pomme de terre.. 144

Schimitschek (E.). — La multiplication du Géométride du Pin, *Bupalus piniarius* L., et les moyens employés pour le détruire en 1940 dans la Slovaquie occidentale..... 267
Smith (G. L.), Scales (A. L.) et Gaines (R. C.). — Nouvelles études de divers insecticides contre trois ravageurs du cotonnier..... 144
Stearns (L. A.). — Essais de pulvérisation contre la seconde génération du Carpocapse..... 267

Upholt (W. M.). — Lutte chimique contre *Pseudococcus comstocki* Kuw..... 267

Watkins (T. C.). — Toxicité de la bouillie bordelaise, du pyrèthre et du derris envers la Capside de la pomme de terre..... 144

Yuill (J. S.). — Essais préliminaires de lutte contre *Recurvaria milleri*..... 268

X.... — Travaux courants de lutte contre les insectes..... 268

## III. PHYTOPHARMACIE.

Blanchard (M.) et Sonntag (G.). — Coloration des semences de haricots..... 155

Bogdarina (A. A.). — Rapport entre l'humidité du sol et la chute des feuilles de pommier à la suite des traitements aux émulsions d'huile minérale..... 155

Branas (J.). — A propos des bouillies nouvelles..... 156

Branas (J.). — Le cuivre et la végétation de la Vigne..... 156

Carrière (E.). — Action des bouillies anticryptogamiques : propriétés des bouillies cupriques..... 156

Carrière (E.). — Recherches sur les bouillies anticryptogamiques..... 156

Cressman (A. W.). — Sensibilité aux huiles et à la résine de cubé des races, résistantes ou non..... 269

Ebeling (W.). — Produits ajoutés aux émulsions d'huile pour accroître leur efficacité contre les ravageurs des agrumes..... 269

Gaillou (G.). — L'Ammoniure de cuivre cellulosique : les enseignements de la campagne 1941..... 157

Hussein (M.). — Note sur les appâts toxiques employés en Égypte contre les Criquets.. 269

Ivanova-Aleksandrovskaya (Z. V.). — Action de la chloropicrine sur la faculté germinatrice des graines de coton..... 270

Kiplinger (D. C.) et Laurie (A.). — Effet de différentes bouillies antiparasitaires sur la photosynthèse apparente du rosier de serre..... 157

Raucourt (M.). — Les essais de produits anticryptogamiques en 1942..... 157

Raucourt (M.). — Considérations sur les produits anticryptogamiques viticoles..... 158

Roth (R. W.) et Pyenson (L.). — Essais de plein champ de deux nouveaux insecticides de contact..... 158

Venezia (M.) et Ru (D.). — Le comportement des adhésifs et des mouillants. Adhésifs avec les antipéronosporiques à teneur de cuivre réduite..... 158

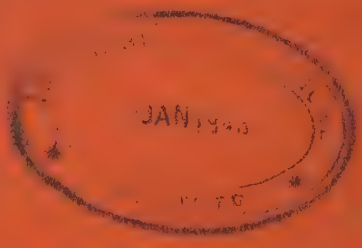
Imprimerie Nationale. — J. P. 500079.

Nouvelle Série. — Tome XI. — Fasc. 1-2. 1945.

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DU RAVITAILLEMENT

DIRECTION DE LA RECHERCHE ET DE L'EXPÉRIMENTATION



# ANNALES DES ÉPIPHYTIES

ORGANE DES STATIONS ET LABORATOIRES DE RECHERCHES

1945

RÉDACTEURS EN CHEF :

G. ARNAUD,
Directeur de la Station Centrale
de Pathologie Végétale.

B. TROUVELOT,
Directeur de la Station Centrale
de Zoologie Agricole.

Centre National de Recherches agronomiques.
Route de Saint-Cyr, Versailles (S.-et-O.

PARIS
IMPRIMERIE NATIONALE

1945

# ANNALES DES ÉPIPHYTIES.

**DIRECTION SCIENTIFIQUE :**

E. SCHRIBAUX, membre de l'Institut, directeur honoraire de la Station centrale de Phytogénétique
Ch. CRÉPIN, chef du Service de la Recherche et de l'Expérimentation au Ministère de l'Agriculture;
C. VEZIN, inspecteur général de l'Agriculture, chargé du service de la Protection des végétaux.
G. ARNAUD, directeur de la Station centrale de Pathologie végétale;
B. TROUVELOT, directeur de la Station centrale de Zoologie agricole;
M. RAUCOURT, directeur du Laboratoire de Phytopharmacie.

# SOMMAIRE.

Pages.

Notice sur M. E. Foex ..... 1
R. Chauvin. — Chimiotropismes des Insectes ..... 11
L. Bonnemaison. — Arrêts de développement et diapauses ..... 19
P. Limasset. — Sur quelques Mosaïques chroniques de la pomme de terre ..... 57
H. Darpoux. — Contribution à l'étude des maladies des plantes oléagineuses en France. 71
M. Barraud. — Le Mildiou de la vigne ..... 105
L. Simon. — Essais sur l'Oïdium en 1943 au vignoble expérimental de Belle-Beille .... 115
M. Barraud et M. Gaudineau. — Oïdium de la Vigne. Essais de traitements en 1944 .... 121
Bibliographie ..... 139

# PUBLICATIONS EN VENTE À L'IMPRIMERIE NATIONALE,

27, rue de la Convention, à Paris (XV^e^).

Les prix ci-après s'entendent franco de port et d'emballage.

| | Prix en France | | |
|---|---|---|---|
| | France et colonies. | Étranger. Tarif postal réduit. | Étranger. |
| **ANNALES DES ÉPIPHYTIES ET DE PHYTOGÉNÉTIQUE :** | — | — | — |
| Tome I (1934-1935) en un volume ; II à V inclus (1936 à 1939), en 4 fascicules | 140 | 150 | 160 |
| Fascicule trimestriel des tomes II à V | 40 | 45 | 48 |
| Tome VI (1940) | 160 | 170 | 180 |
| Fascicule du tome VI | 50 | 55 | 58 |
| **ANNALES DES EPIPHYTIES :** 19 tomes de 1913 à 1934 inclus. Épuisés les tomes II, III, IV et VI. — Six fascicules par an formant les tomes IX à XIX ont paru de 1932 à 1934. Épuisés les fascicules 1, 4 et 6 du tome IX. | | | |
| *a.* Par tome annuel | 80 | 85 | 90 |
| *b.* Par fascicule (6 par an) | 15 | 18 | 20 |
| **ANNALES DES ÉPIPHYTIES**, nouvelle série : I, VII, VIII, IX et X. | 160 | 170 | 180 |
| **ANNALES DE TECHNOLOGIE AGRICOLE :** | | | |
| Tome I (1938) | 50 | 53 | 57 |
| Tome II (1939) | 60 | 63 | 67 |
| Tome III (1940) | 50 | 53 | 57 |
| (*Suspendu en 1941*). | | | |
| **RAPPORT sur le fonctionnement de l'Institut des Recherches agronomiques :** | | | |
| Par tome annuel : 1924 à 1935 inclus (1928 épuisé) | 30 | 35 | 40 |

## COLLECTION DE MONOGRAPHIES ET MISES AU POINT

publiées par les Stations et Laboratoires de Recherches Agronomiques.

**AGRONOMIE GÉNÉRALE ET PHYTOTECHNIQUE.**

| | |
|---|---|
| G. Aubert : *Les sols de la France d'outre-mer* (1941), 90 p., 14 pl., 20 tabl. | 35 |
| P. Bergal et L. Friedberg : *Essai d'identification des orges cultivées en France* (t. à p. des *Annales des Épiphyties*. 1940, VI, 201 p., 19 fig., 1 pl.) | 30 |
| J. Bordas. : *Les sols de la vallée du Rhône; Essai de pédologie méditerranéenne* 1943, 104 p., 1 carte, phot. | 55 |
| A. Demolon, H. Burgevin, M. Marcel, H. Geslin et J. Servy : *Humidification des pailles; Fumier artificiel et ses applications* (2^e^ édition), 1941, 60 p., 5 photogr. | 30 |
| A. Demolon et E. M. Bastisse : *Etudes lysimétriques appliquées à l'agronomie* (1943), 48 p., 6 fig., 1 diagr., 21 tabl. | 35 |

# ANNALES DES ÉPIPHYTIES.

DIRECTION SCIENTIFIQUE :

E. SCHRIBAUX, membre de l'Institut, directeur honoraire de la Station centrale de Phytogénétique
Ch. CRÉPIN, chef du Service de la Recherche et de l'Expérimentation au Ministère de l'Agriculture;
C. VEZIN, inspecteur général de l'Agriculture, chargé du service de la Protection des végétaux.
G. ARNAUD, directeur de la Station centrale de Pathologie végétale;
B. TROUVELOT, directeur de la Station centrale de Zoologie agricole;
M. RAUCOURT, directeur du Laboratoire de Phytopharmacie.

# SOMMAIRE.

Pages.

Notice sur M. E. Foex ..... 1
R. Chauvin. — Chimiotropismes des Insectes ..... 11
L. Bonnemaison. — Arrêts de développement et diapauses ..... 19
P. Limasset. — Sur quelques Mosaïques chroniques de la pomme de terre ..... 57
H. Darpoux. — Contribution à l'étude des maladies des plantes oléagineuses en France. 71
M. Barraud. — Le Mildiou de la vigne ..... 105
L. Simon. — Essais sur l'Oïdium en 1943 au vignoble expérimental de Belle-Beille .... 115
M. Barraud et M. Gaudineau. — Oïdium de la Vigne. Essais de traitements en 1944 .... 121
Bibliographie ..... 139

# PUBLICATIONS EN VENTE À L'IMPRIMERIE NATIONALE,

27, rue de la Convention, à Paris (XV^e^).

Les prix ci-après s'entendent franco de port et d'emballage.

| | PRIX DE VENTE. | | |
|---|---|---|---|
| | France et colonies. | Étranger. Tarif postal réduit. | Étranger. |
| **ANNALES DES ÉPIPHYTIES ET DE PHYTOGÉNÉTIQUE :** | — | — | — |
| Tome I (1934-1935) en un volume ; II à V inclus (1936 à 1939), en 4 fascicules | 140 | 150 | 160 |
| Fascicule trimestriel des tomes II à V | 40 | 45 | 48 |
| Tome VI (1940) | 160 | 170 | 180 |
| Fascicule du tome VI | 50 | 55 | 58 |
| **ANNALES DES EPIPHYTIES :** 19 tomes de 1913 à 1934 inclus. Épuisés les tomes II, III, IV et VI. — Six fascicules par an formant les tomes IX à XIX ont paru de 1932 à 1934. Épuisés les fascicules 1, 4 et 6 du tome IX. | | | |
| *a.* Par tome annuel | 80 | 85 | 90 |
| *b.* Par fascicule (6 par an) | 15 | 18 | 20 |
| **ANNALES DES ÉPIPHYTIES**, nouvelle série : I, VII, VIII, IX et X. | 160 | 170 | 180 |
| **ANNALES DE TECHNOLOGIE AGRICOLE :** | | | |
| Tome I (1938) | 50 | 53 | 57 |
| Tome II (1939) | 60 | 63 | 67 |
| Tome III (1940) | 50 | 53 | 57 |
| (*Suspendu en 1941*). | | | |
| **RAPPORT** sur le fonctionnement de l'Institut des Recherches agronomiques : | | | |
| Par tome annuel : 1924 à 1935 inclus (1928 épuisé) | 30 | 35 | 40 |

## COLLECTION DE MONOGRAPHIES ET MISES AU POINT

publiées par les Stations et Laboratoires de Recherches Agronomiques.

### AGRONOMIE GÉNÉRALE ET PHYTOTECHNIQUE.

G. Aubert : *Les sols de la France d'outre-mer* (1941), 90 p., 14 pl., 20 tabl. ..... 35

P. Bergal et L. Friedberg : *Essai d'identification des orges cultivées en France* (t. à p. des *Annales des Épiphyties*, 1940, VI, 201 p., 19 fig., 1 pl.) ..... 30

J. Bordas : *Les sols de la vallée du Rhône ; Essai de pédologie méditerranéenne* 1943, 104 p., 1 carte, phot. ..... 55

A. Demolon, H. Burgevin, M. Marcel, H. Geslin et J. Servy : *Humidification des pailles ; Fumier artificiel et ses applications* (2^e^ édition), 1941, 60 p., 5 photogr. ..... 30

A. Demolon et E. M. Bastisse : *Études lysimétriques appliquées à l'agronomie* (1943), 48 p., 6 fig., 1 diagr., 21 tabl. ..... 35

| | PRIX EN FRANCS. | | |
|---|---|---|---|
| | France et colonies. | Etranger. Tarif postal réduit. | Étranger. |
| R. Diehl : *La pomme de terre : caractères et description des variétés* (1938), 127 p., 65 pl. h. t. | 60 | | |
| Mme R. Friedberg : *Les avoines cultivées en France* (1943), 172 p., 11 fig., 8 tabl. de détermination, 57 pl. h. t. | 55 | | |
| S. Hénin : *Étude physico-chimique de la stabilité structurale des terres* (1938), 69 p., 23 fig., 7 phot. | 20 | | |
| P. Jonard : *Essai de classification des blés tendres cultivés en France* (1936), 264 p. | 25 | | |

## SCIENCES NATURELLES APPLIQUÉES À L'AGRICULTURE.

| | | | |
|---|---|---|---|
| A. Chappelier : *La lutte contre le rat musqué* (1933), 72 p., 4 pl. | 14 | | |
| V. Ducomet, E. Foex et L. Alabouvette : *Les maladies de la pomme de terre* (1935), 50 p., 20 pl. | 20 | | |
| L. François : *Semences et premières phases du développement des plantes commensales des végétaux cultivés* (1943) | 55 | | |
| P. Limasset et É. A. Cairaschi : *Les maladies à virus des plantes* (1941), 88 p. | 30 | | |
| R. Mayer : *L'Institut de recherches phytopathologiques de Svâloff* (1939), 74 p. | 20 | | |
| L. Mesnil : *Essais sur les Tachinaires* (1939), 67 p., 2 pl. | 15 | | |
| M. Raucourt et H. Bègue : *Étude sur les produits utilisés en France contre le doryphore* (1943), 115 p., 34 fig., 76 tabl., 4 pl. h. t. | 45 | | |

Nouvelle Série. — Tome XI. — Fasc. 3-4. 1945.

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DU RAVITAILLEMENT

DIRECTION DE LA RECHERCHE ET DE L'EXPÉRIMENTATION

3 APR 1947

# ANNALES DES ÉPIPHYTIES

FONDÉES EN 1913

Par M. E. ROUX
Directeur de l'Institut national des Recherches agronomiques.

ORGANE DES STATIONS ET LABORATOIRES DE RECHERCHES

1945

RÉDACTEURS EN CHEF :

G. ARNAUD,
Directeur de la Station Centrale de Pathologie Végétale.

B. TROUVELOT,
Directeur de la Station Centrale de Zoologie Agricole.

Centre National de Recherches agronomiques.
Route de Saint-Cyr, Versailles (S.-et-O.).

PARIS
IMPRIMERIE NATIONALE
1945

« Nous ne récoltons que ce que les parasites nous laissent ».

E. Roux.

# ANNALES DES ÉPIPHYTIES.

## SOMMAIRE.


| | Pages. |
|---|---|
| H. Darpoux. — Étude sur l'Anthracnose du Cerisier | 161 |
| M. Lansade. — Essais de lutte contre la Carie du Blé en 1943 et 1944 | 177 |
| M. Boczkowska. — Recherches sur les affinités existant entre le Doryphore et diverses variétés polonaises de pommes de terre | 191 |
| H. Hoestlandt. — Le Crabe chinois en Europe et principalement en France | 223 |
| A. Kovache et H. Ficheroulle. — Sur l'utilisation des produits mouillants et des adhésifs comme adjuvants aux bouillies agricoles | 235 |
| Rapport sommaire sur les Travaux de Pathologie végétale effectués dans les Stations et Laboratoires en 1943 | 245 |
| Rapport sommaire sur les Travaux de Pathologie végétale effectués dans les Stations et Laboratoires en 1944 | 249 |
| Bibliographie | 253 |
| Table des matières | 271 |

# PUBLICATIONS EN VENTE À L'IMPRIMERIE NATIONALE,

27, rue de la Convention, à Paris (XV^e^).

Les prix ci-après s'entendent franco de port et d'emballage.

| | PRIX EN FRANCS. | | |
|---|---|---|---|
| | France et colonies. | Étranger. Tarif postal réduit. | Étranger. |
| **ANNALES DES ÉPIPHYTIES ET DE PHYTOGÉNÉTIQUE :** | — | — | — |
| Tome I (1934-1935) en un volume; II à V inclus (1936 à 1939), en 4 fascicules | 140 | 150 | 160 |
| Fascicule trimestriel des tomes II à V | 40 | 45 | 48 |
| Tome VI (1940) | 160 | 170 | 180 |
| Fascicule du tome VI | 50 | 55 | 58 |
| **ANNALES DES EPIPHYTIES** : 19 tomes de 1913 à 1934 inclus. Épuisés les tomes II, III, IV et VI. — Six fascicules par an formant les tomes IX à XIX ont paru de 1932 à 1934. Épuisés les fascicules 1, 4 et 6 du tome IX. | | | |
| *a.* Par tome annuel | 80 | 85 | 90 |
| *b.* Par fascicule (6 par an) | 15 | 18 | 20 |
| **ANNALES DES ÉPIPHYTIES**, nouvelle série : I, VII, VIII, IX et X. | 300 | | |
| **ANNALES DE TECHNOLOGIE AGRICOLE :** | | | |
| Tome I (1938) | 50 | 53 | 57 |
| Tome II (1939) | 60 | 63 | 67 |
| Tome III (1940) | 50 | 53 | 57 |
| (*Suspendu en 1941.*) | | | |
| **RAPPORT** sur le fonctionnement de l'Institut des Recherches agronomiques : | | | |
| Par tome annuel : 1924 à 1935 inclus (1928 épuisé) | 30 | 35 | 40 |

## COLLECTION DE MONOGRAPHIES ET MISES AU POINT

publiées par les Stations et Laboratoires de Recherches Agronomiques.

### AGRONOMIE GÉNÉRALE ET PHYTOTECHNIQUE.

C. Aubert : *Les sols de la France d'outre-mer* (1941), 90 p., 14 pl., 20 tabl. ..... 35

P. Bergal et L. Friedberg : *Essai d'identification des orges cultivées en France* (t. à p. des *Annales des Épiphyties*, 1940, VI, 201 p., 19 fig., 1 pl.) ..... 30

J. Bordas. : *Les sols de la vallée du Rhône; Essai de pédologie méditerranéenne* 1943, 104 p., 1 carte, phot. ..... 55

A. Demolon, H. Burgevin, M. Marcel, H. Geslin et J. Servy : *Humification des pailles; Fumier artificiel et ses applications* (2^e^ édition), 1941, 60 p., 5 photogr. ..... 30

A. Demolon et E. M. Bastisse : *Etudes lysimétriques appliquées à l'agronomie* (1943), 48 p., 6 fig., 1 diagr., 21 tabl. ..... 35

| | PRIX EN FRANCE. France et colonies. | Étranger. Tarif postal réduit. | Étranger. |
|---|---|---|---|
| R. Diehl : *La pomme de terre : caractères et description des variétés* (1938), 157 p., 65 pl. h. t. | 60 | | |
| M^me^ R. Friedberg : *Les avoines cultivées en France* (1943), 172 p., 11 fig., 8 tabl. de détermination, 57 pl. h. t. | 55 | | |
| H. Geslin : *Contribution à l'étude du climat du blé* (1944), 116 p., 20 pl., 14 tabl., 2 fig. | 55 | | |
| S. Hénin : *Étude physico-chimique de la stabilité structurale des terres* (1938), 69 p., 23 fig., 7 phot. | 20 | | |
| P. Jonard : *Essai de classification des blés tendres cultivés en France* (1936), 264 p. | 25 | | |

## SCIENCES NATURELLES APPLIQUÉES À L'AGRICULTURE.

| | | | |
|---|---|---|---|
| A. Chappelier : *La lutte contre le rat musqué* (1933), 72 p., 4 pl. | 14 | | |
| V. Ducomet, E. Foex et L. Alabouvette : *Les maladies de la pomme de terre* (1935), 50 p., 20 pl. | 20 | | |
| L. François : *Semences et premières phases du développement des plantes commensales des végétaux cultivés* (1943). | 55 | | |
| P. Limasset et E. A. Cairaschi : *Les maladies à virus des plantes* (1941), 88 p. | 30 | | |
| R. Mayer : *L'Institut de recherches phytopathologiques de Svâloff* (1939), 74 p. | 20 | | |
| L. Mesnil : *Essais sur les Tachinaires* (1939), 67 p., 2 pl. | 15 | | |
| P. Pesson (1944), 266 p., 151 fig., 1 pl. h. t. | 55 | | |
| M. Raucourt et H. Bègue : *Étude sur les produits utilisés en France contre le doryphore* (1943), 115 p., 34 fig., 76 tabl., 4 pl. h. t. | 45 | | |
| M. Raucourt et H. Bègue : *Formulaire Phytopharmaceutique* (1945), 205 p., 13 fig., 7 tabl. | 150 | | |